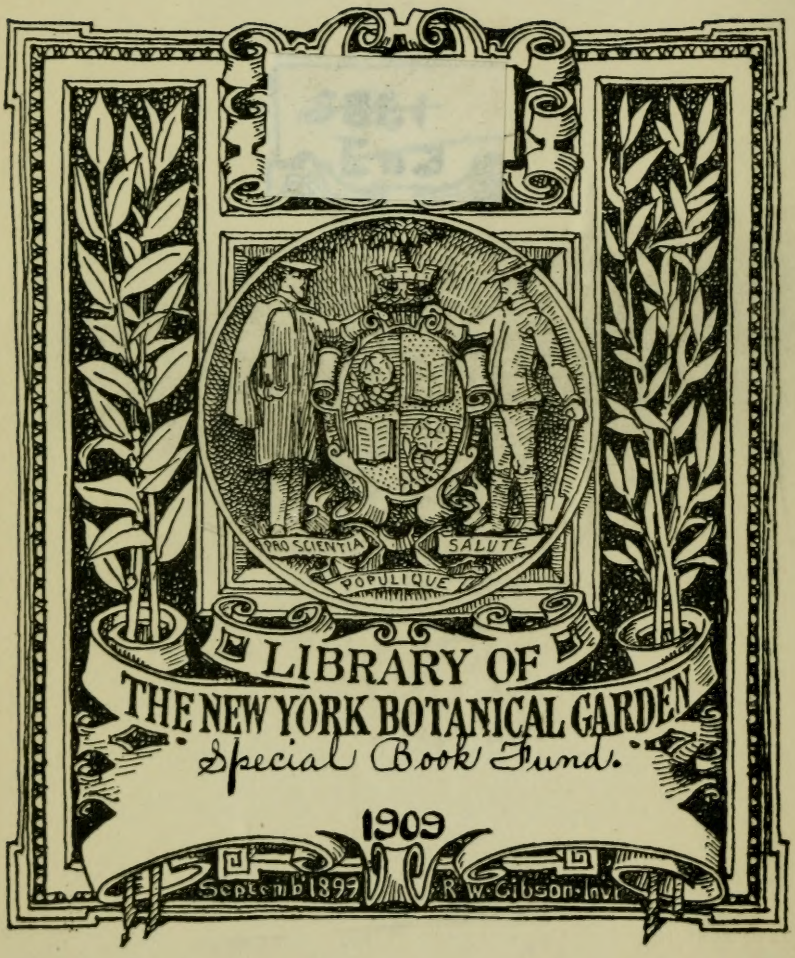
PRO SCIENTIA ET SALUTE
POPULIQUE
LIBRARY OF
THE NEW YORK BOTANICAL GARDEN
Special Book Fund.
1909
September 1899
R. W. Gibson. Invr.

Die

Nahrung der Pflanzen

von

W. Engelhardt.

Leipzig,
Verlag von Gustav Mayer.
1856.

Die

Nahrung der Pflanzen

von

W. Engelhardt.

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN.

Leipzig,

Verlag von Gustav Mayer.

1856.

QK867
.E55

Inhalt.

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN.

Seite.

Die Nahrungsfrage 1
Licht 13
Wärme 23
Electricität 31
Sauerstoff 34
Wasserstoff, so wie dessen Verbindung mit Sauerstoff zu Wasser . . . 42
Wasser und Wasserdunst 46
Kohlenstoff und dessen Verbindung mit Sauerstoff zu Kohlensäure . . . 65
Stickstoff, dessen Verbindung mit Wasserstoff zu Ammoniak, sowie dessen Verbindung mit Sauerstoff zu atmosphärischer Luft 82
Luft 94
Der Boden, auf welchem die Pflanzen wachsen 100
Die Sauger 123
Phosphor und dessen Verbindung mit Sauerstoff zu Phosphorsäure . . 146
Schwefel 170
Fluor 172
Chlor 173
Kali 178
Natron 182
Kieselerde (Kieselsäure) 187
Kalk 192
Thonerde 201
Bittererde 206
Eisen 209
Mangan 214

Die Nahrungsfrage ist eine wichtige für alle Staaten, sie erhält seit mehreren Jahren und bis zum Augenblicke alle Gemüther in Spannung. Niemanden schließt sie aus, Jedermann, so hoch er auch stehen, so reichlich er auch mit irdischen Gütern gesegnet sein mag, wird in ihren Kreis gezogen.

Blasse Gestalten wanken mit Bittgesuchen zu den Thronen, Linderung suchend gegen den schmerzerregenden Hunger. Bittschriften überschwemmen die grünen Tafeln der Staatsregierungen und Ständekammern. Dringender und dringender werden die Anforderungen an die Armen- und Almosen-Cassen. Staatsdiener, reiche Bürger und Gutsbesitzer werden von einer Menge von Bettlern heimgesucht. Nicht verschont bleibt der Bauer und der kleine Gewerbsmann in den Städten, welchem es in solchen Zeiten oft selbst an Mitteln fehlt, um die theuern Lebensmittel für sich und seine Kinder zu erschwingen.

Die Nahrungsfrage ist die Frage der Zeit. Alles trachtet, denkt und sinnt wie sie zu lösen sei. Man gründet Vereine zur billigern Herbeischaffung von Getreide; man errichtet Speiseanstalten für die Armen; man steigert die Abgaben, um die erschöpften Armen- und Almosen-Cassen zu kräftigen; man baut Getreide-Speicher und räth den Anbau anderer Brodfrüchte an. Kurzum, man greift zu Allem, um die Noth der Armen zu lindern und die Hungernden zu sättigen; überzeugt sich aber bald: daß man mit dem bis jetzt Erfaßten das Rechte nicht ergriffen habe.

Wo Abhülfe geschehen soll, da muß man den Grund des Uebels genau erforscht, da muß man letzteres genau erkannt haben.

Gehen wir mehrere Decennien zurück, so sehen wir recht deutlich, wie die Ausbildung unserer Staaten gewachsen und wie mit derselben die Bevölkerung im Steigen begriffen ist. Für eine gesteigerte Bevölkerung ist aber auch eine bei weitem größere Quantität von Lebensmitteln erforderlich, welche der Mensch lediglich und allein durch die Pflanzen und, entweder unmittelbar oder mittelbar, durch die Thiere empfängt. Alle Getreidearten, vom Hafer bis zum Weizen, vom Reise bis zum Maise, von der Erbse bis zur Linse, enthalten nämlich in ihren Körnern, wie die Kartoffeln in ihren Knollen, zwei Gruppen organischer Stoffe; die eine, aus Kohlenstoff und den Elementen des Wassers bestehend, erscheint als Stärkemehl, Gummi, Zucker, Fett; die andere, der außer jenen noch Stickstoff und eine Kleinigkeit Schwefel beigemischt ist, enthält den Käse- den Eiweiß- und Faserstoff des Fleisches. Außerdem sind noch anorganische Bestandtheile in dem Getreidesaamen enthalten, z. B. Kalk- Bitter- und Kieselerde, Kali und Natron, Eisen, Mangan, Chlor und Fluor, Phosphor- und Schwefelsäure. Die Körper der ersten Gruppe versehen den Menschenleib mit der so nöthigen Wärme, wogegen die stickstoffhaltigen durch die Blutbildung die Muskeln und das Fleisch hervorrufen.

Mit einer vermehrten Bevölkerung muß die Beschaffung von Stärkemehl, Gummi, Zucker, Fett, von Käsestoff, Eiweiß und Faserstoff wachsen und da wir eine vermehrte Quantität dieser Stoffe nur durch unsere Brodfrüchte und Gräser erlangen können, so müssen zu deren Anbau entweder größere Flächen urbar, oder die bereits angebauten ergiebiger gemacht werden, oder mit andern Worten, es muß die Landwirthschaft vervollkommnet werden.

Hier wäre nun zunächst die Frage zu beantworten: hat die Vervollkommnung unserer Landwirthschaft mit der steigenden Bevölkerung gleichen Schritt gehalten? Im Allgemeinen müssen wir dieselbe mit Nein beantworten, denn wenn dies auch in England der Fall war, wo im Augenblicke 7 Millionen Menschen mehr mit vortrefflichem Weizen versorgt werden, als vor 40 Jahren, so stehen andere Staaten doch noch weit hinter diesen glänzenden Ergebnissen, und wären die Kornkammern Rußlands, Aegyptens und Amerikas nicht, dann würde es wohl schlimm genug aussehen.

Zwar ist nicht zu verkennen: daß in den letzt verflossenen Decennien viel für die Landwirthschaft geschah, doch ging dies, mit Ausnahme verschiedener Staaten, mehr von größern Grundbesitzern aus; der Bauer in den meisten Ländern blieb theilweise noch auf der alten Culturstufe stehen.

Wenn wir nun an dem Beispiele Englands sehen, wie außerordentlich sich dort die Industrie zugleich mit der Vervollkommnung der Landwirthschaft hob, dann sollte keine Staatsregierung versäumen, diesem wichtigsten aller Verwaltungszweige die vollste Aufmerksamkeit zu Theil werden zu lassen. Wie ungemein viel geschah in Deutschland schon für verbesserte Schuleinrichtungen, in welcher Schnelligkeit wuchsen die Gewerbschulen heran! wie vereinzelt stehen aber heute noch die überaus wichtigen Ackerbauschulen da!

Ein Staat, der seine hungernden Armen sättigen, der vermehrte Muskelkräfte für Industrie und Gewerbe schaffen will, sehe daher vor Allem darauf: daß den in seinem Gebiete gezogenen Brodpflanzen auch ihre Nahrung richtig gereicht werde. Da die Pflanzenernährung billig zu stehen kommt, indem die Natur die meisten Nahrungsmittel umsonst spendet, so ist dieser Zweck leicht zu erreichen und die Mittel und Wege liegen nahe, um den Hunger des Armen zu stillen und dadurch die Almosenpflege und Armensteuer auf das alte Verhältniß zurückzuführen und die Staaten vor außerordentlichen Ausgaben zu schützen, die doch größtentheils wieder auf den Grundbesitz zurückfallen.

Die Pflanze, die ihr Stärkemehl, ihren Zucker, ihr Gummi, ihr Fett aus dem Sauerstoff und Wasserstoff des Wassers, ihren Kohlenstoff aus der Kohlensäure der Luft bezieht und damit jene Körper bildet, legt noch Ammoniak aus der Luft oder aus dem im Boden befindlichen Miste zu und bildet Eiweiß, Käse- und Faserstoff; enthält nun der Boden zugleich noch Kalk- Bitter- und Kieselerde, Kali und Natron, Eisenoxydul, Manganoxydul, Chlor, Fluor, Phosphorsäure und Schwefelsäure, dann spendet sie in üppigster Fülle eine Unzahl vollkommenster Früchte, wenn zugleich noch kohlenstoffhaltige Verbindungen z. B. vermodertes Holz, Stroh, Schilf, Humus im Boden vorhanden sind, und

ihr durch sorgsame Bepflügung, Beeggung und Behackung ein recht weiches Bette hergestellt wurde. Letzteres lieben die Brodfrüchte vor Allem, sie richten sich mit ihren Wurzeln nicht allein ganz bequem in einem solchen ein, die lauen feuchten Winde der Atmosphäre, der Regen und Thau tragen auch eine Menge von Pflanzennahrungsmitteln in die vielen durch sorgfältige Auflockerung entstandenen Höhlungen des Bodens hinein.

Da demnach die Pflanzen ihren Bedarf an Sauerstoff und Wasserstoff aus dem Wasser, einen Theil ihres Kohlenstoffs und Stickstoffs aus der Luft, ihre festen Bestandtheile aber aus dem Boden nehmen, so bleiben für die eigentliche Bedüngung nur noch kohlenstoffhaltige Materialien, welche sich durch Sauerstoff leicht in Kohlensäure umwandeln lassen, so wie Phosphorsäure und Stickstoffverbindungen übrig. Im Urine, den festen Exkrementen, den Knochen und in allen thierischen Abfällen finden sich letztere in reichlichen Mengen und sie sind es eigentlich, welche wir ganz besonders als die kräftigen Pflanzennahrungsmittel ins Auge zu fassen haben.

Müssen wir aber nicht zurückschrecken, wenn wir um uns blicken und sehen, wie mit denselben umgegangen, wie diese Stoffe, die so wichtig wie unser tägliches Brod sind, in jeglicher Art und Weise vernachlässigt, ja vernichtet werden? Nur selten bemüht man sich, den menschlichen Harn aufzufangen, man ist dagegen froh, wenn ein Bach in der Nähe ist, wohinein man die Nachtgeschirre ausgießen, die Abtrittsschläuche ausmünden lassen kann. Außerdem giebt man diese wichtigen Pflanzennahrungsmittel auch dem Regen, dem Winde und Wetter preis, damit die aufgelösten phosphorsauren und stickstoffhaltigen Salze in das Wasser abfließen, das Ammoniak und die Kohlensäure sich aber in den Winden zerstreuen können! Auf diese Weise wird den Fischen zur Beute, was dem hungernden Menschen zur Nahrung dienen sollte, und überdies trägt letzterem der Wind noch Stickgas und Kohlensäure zu, die sein Leben vergiften.

Unsere Miststätten, die wir mit Gold einfassen sollten, denn das dazu Verwandte würde sich durch einen vermehrten Pflanzenwuchs in einer Generation bezahlen, liegen zum größten Theile

noch auf lockerem Boden, dem Winde, dem Regen, ja oft sogar den Wellen ausgesetzt; das Wasser wäscht die meisten guten Bestandtheile aus, die Luft zerstört die andern und oft verbleibt für die Felder nur der schlechtere Rest.

Auf diese Weise geht dem Nationalvermögen jährlich ein nicht zu berechnendes Kapital verloren und der Mensch darbt, kümmert und sorgt sich ab, während, wenn auf die Erhaltung dieser Stoffe gesehen würde, er mit zahlreicher Familie vergnügte und frohe Tage verleben könnte. Werden daher die Düngstoffe zu Rathe gehalten, dann werden, ohne daß man die seit Jahrhunderten durch unsern Mist, durch unsern Harn an die trockenen Gestade von Peru und Chili geführten und dort aufgespeicherten Phosphorsäure- und Ammoniak-Salze (Guano) mit Aufwand sehr bedeutender Geldmittel wieder herüberschafft, die im Augenblicke der Bebauung unterstellten Feldflächen selbst für eine doppelt gesteigerte Bevölkerung Nahrungsmittel in Hülle und Fülle hervorbringen und wir der Sorge und Kümmernisse, wie und auf welche Weise die hungernden Armen erhalten werden sollen, nach und nach los werden.

Die Pflanze, die zu ihrem Wachsthume, zur Gewinnung und Lösung ihrer Nahrungsmittel eine sehr bedeutende Menge von Wasser nöthig hat, gedeiht nur in einer solchen Gegend, wo dasselbe in ausreichender Menge vorhanden ist. Die Zuführung desselben geschieht nun nicht allein durch den Regen, sondern im größern Verhältnisse durch den Thau. Thau fällt nur da, wo Luftfeuchtigkeit vorhanden ist. Bei bedeutender Sonnenwärme erhält sich letztere aber nur da, wo ein starkes pflanzliches Leben stattfindet. Große Waldflächen sind daher nicht allein die Sammler, sondern auch die Erhalter der Luftfeuchtigkeit und eines milden Klimas. Werden Waldungen für eine steigende Bevölkerung gelichtet, oder geht man gar an die Devastirung derselben, so wirkt dies außerordentlich ungünstig auf die Fruchtbarkeit großer Landbezirke ein und die Bevölkerung, in größte Noth und Armuth versinkend, steigt herab von ihrer Culturstufe und verschwindet endlich bis auf ein Minimum.

Die hauptsächlichste Bestimmung der Pflanzenblätter besteht

nämlich, neben der Aufsaugung von Kohlensäure und Ammoniak, in der Aufnahme von Wasser. Ein Beispiel wird deutlich machen wie bedeutend die Aufsaugung ist, welche die Pflanze in einer Nacht zu bewirken vermag. Auf der Insel Madagaskar wächst eine Pflanze, der Kannenträger genannt. Dieselbe nimmt durch ihre Blätter nicht allein große Quantitäten Wasser ein, sie speichert auch noch Vorräthe desselben auf. In förmlichen Behältern, die am äußersten Ende der Blätter angebracht sind, sammelt sich das Wasser, welches die Pflanze aus der Luft aufgesogen hat. Die Mittelrippe jedes Blattes geht über die Spitze desselben heraus, dreht sich dann wie eine Ranke und endet in einem urnenförmigen, fast 3 Zoll langen lederartigen Schlauche, dessen Oeffnung durch einen beweglichen Deckel geschlossen ist. Dieser Deckel ist während der Nacht zu und es füllen sich nun durch die wäßrigen Niederschläge die Urnen und Kannen mit klarem gutem Trinkwasser. Gegen 10 Uhr des Morgens hebt sich der Deckel ein wenig und die Flüssigkeit vermindert sich um die Hälfte, indem sie theils in die Atmosphäre als Dunst tritt, theils in die Pflanzen eingeht. Dieses Wasser dient den Reisenden in jenen heißen Gegenden zur Erfrischung und 6 bis 8 solcher Kannen sollen ausreichend sein, um den Durst eines Menschen zu stillen. Was in einer einzigen Nacht daher für eine Quantität von Wasser aus der Atmosphäre niedergeschlagen werden könne, wenn die Bodenfläche mit Bäumen bedeckt ist, können wir uns aus diesem Beispiele entnehmen. Die hohen Staatsregierungen müssen daher, um die Fruchtbarkeit ihrer Länder zu erhalten, ganz besonders für eine gute Waldcultur Sorge tragen und zwei Gegenstände wären es also, die bei der Ernährung der Pflanzen ganz besonders den Staatsbehörden zur Ueberwachung zu empfehlen sind, nämlich die Zurathehaltung der menschlichen und thierischen Exkremente, die Abfälle an Knochen, Haaren, Horn u. s. w., und zweitens die Pflege und Nachzucht der Waldungen.

Mögen diese Winke nicht ohne Beachtung bleiben, mögen sie die hohen Staatsregierungen ebenso beherzigen, wie die Grundbesitzer. Geschieht dies, dann wird eine Zeit kommen, wo das gräßliche Gespenst des Hungers verschwunden sein dürfte, nament-

lich wenn auch der kleinere Grundbesitzer angefangen haben wird, die Landwirthschaft wissenschaftlich zu betreiben. Ich überlasse mich daher der angenehmen Hoffnung, es möge durch dieses Schriftchen für Manchen ein Saamenkörnchen abfallen, was ihm und seiner Familie reichliche Früchte trage.

Treten wir hinaus in den prachtvollen Tempel der Natur, so offenbart sich uns überall die Größe, Unvergänglichkeit, Weisheit und Unfehlbarkeit Gottes. Wohin wir unser Auge wenden begegnen wir seiner Allmacht, begegnen wir den Werken seiner Unendlichkeit. Uns, seinen mit Vernunft begabten Geschöpfen, wurde die Vergünstigung zu Theil, tiefer in den herrlich ausgestatteten Haushalt der Natur einzudringen. Je mehr wir von dieser Vergünstigung Gebrauch machen, je mehr lernen wir aber auch die Gottheit verehren, je mehr lernen wir sie in der Unfehlbarkeit ihres Schaffens preisen.

Durchwandern wir unsere Felder, durchwandern wir unsere Wiesen, so stoßen wir überall auf den unscheinbaren Kiesel; bei seinem Erblicken zwingt sich uns der Gedanke bedeutender Festigkeit, vollkommner Unzerstörbarkeit, so wie von Unauflöslichkeit in Luft und Wasser auf und dennoch finden wir die Bestandtheile desselben in nicht unbedeutender Menge im Strohe unserer Aecker, im Grase unserer Auen. Der Kiesel ist es, welcher dem Halm seinen Halt verleiht, welcher letzteren kräftigt, welcher ihn befähigt, sich der Luft, sich dem allbelebenden Sonnenlichte zuzuwenden. Ohne ihn würden weder Stroh noch Heu, würden weder Körner noch Saamen gedeihen; denn der zerstörungsmuthige Sauerstoff würde das auf dem Boden lagernde Getreide und Gras unnachsichtlich zerstören. Die Natur fand also Mittel und Wege diesen harten, scheinbar unlöslichen Stein aufzuschließen und ihn in die Pflanze überzuführen.

Werfen wir unsern Blick auf jenen knorrigen Stamm: seine zersplitterte Rinde hängt altersgrau in Stücken herab, nach allen Richtungen zerborsten, bildet sie Verstecke für den lauernden Sauer-

stoff. Mit Wonne zerstört derselbe hier das Holz, um durch Bildung von Kohlensäure einer daneben aufschossenden Flechte den Becher des Lebens zu spenden. Schmarotzer-Pflanzen gesellen sich zu letzterer, nach und nach streut der Sauerstoff klares vermodertes Holz am Wurzelstocke aus und schnell treibt schön blühender Fingerhut seine Stengel aus diesem hervor. Wo wir nur hinblicken, da tritt uns das geheimnißvolle Walten der Natur entgegen. Im härtesten Kiesel, in der kleinsten Flechte, in der blüthenreichsten Blume entfaltet sich die Allmacht und Größe Gottes. Alles ist in einem ununterbrochenen Uebergange von einem Zustande in einen andern, in einem steten Werden und Vergehen begriffen. Ueberall finden wir dieselben Stoffe, hier bildend, dort das Gebildete zerstörend, alle werden von nie rastenden Kräften getrieben und treiben sich unter einander selbst. Deshalb stellte uns unser Allvater die Wissenschaft zur Verfügung, damit wir vermittelst derselben sein herrlich ausgestattetes Weltall kennen lernen möchten. Wir benutzen nun dieselbe, damit wir hinab steigen in den grausig finstern Schlund der Erde, um die daselbst verborgenen Metalle, Erze, Kohlen ꝛc. ꝛc. aus ihrem tiefen Schlafe zu erwecken, um sie mit Eisen und Stahl, Pulver und Feuer zu bezwingen, um sie mittelst des Dampfes oder des Wassers gewaltiger Kraft zu Tage zu fördern und sie in den goldnen Strahlen der Tageskönigin zu sonnen. Zerkleinert und durch Wasser geläutert, werden sie in Oefen geschüttet, um sie vermittelst der Hitze und der trennenden Gewalt der Kohle, so wie der bindenden des Schwefels aus der Schlacke zu sondern, den Schwefel durch den Sauerstoff der Luft zu verbrennen, den Sauerstoff der oxydirten Metalle aber in hohen Gluthen vermittelst des Kohlenstoffs in Kohlensäure zu verwandeln. Nach vielfachen Bearbeitungen tritt endlich der König glänzend hervor, schmückt Kronen, Diademe und heilige Gefäße, erhöht die Lieblichkeit holder Frauen und wandert als Münze von Ort zu Ort über die ganze Erde, sucht Welt und Menschen zu beherrschen und macht sich letztere unterthan. In einem kleinen Loche führt uns die Wissenschaft hinab in ungeheure Tiefen, zeigt uns daselbst mächtige Urwälder längst entschwundener Epochen, führt uns auf gewaltige Wasser-Schichten, in des Steinsalzes funkelnde Krystall-

Paläste, zu großartigen Bassins von Wassern, welche die Gesundheit kräftigen. Mit Leichtigkeit hebt die Wissenschaft alle diese Stoffe zu Tage und macht sie der menschlichen Gesellschaft dienstbar. Um Luft, Meer und Flüsse zu durchfliegen, um gewaltige Lasten in größter Schnelle fortzuschaffen, um mit den fernsten Völkerstämmen im Verkehr und Tauschhandel zu bleiben, dazu bahnt uns die Wissenschaft den Weg. Sie führt uns hinab auf den tiefen Meeresgrund, um der Perlenmuschel ihre Schätze zu rauben, sie trägt unsere Gedanken vermittelst eines schwachen Drahtes in fliegender Eile über Gebirge, über Flüsse und Meere zu unsern entferntesten Freunden. Wir correspondiren durch sie mit den entlegensten Himmelskörpern und erlangen dabei die Ueberzeugung: daß auf ihnen dieselben Grundkräfte, dieselben Gesetze walten, wie auf unserer Erde: daß auch dort wie hier der Wechsel zwischen Tag und Nacht, Kalt und Warm, Anziehungs- und Abstoßungskraft stattfinde, ja daß auch jene Himmelskörper mit Thälern, Bergen, Abgründen versehen seien. Wir benutzen die Wissenschaft, um die zerstörende Kraft des Hagels, des Blitzes, um die Macht des Feuers, die brausende Gewalt der Wogen zu brechen und unschädlich zu machen. Wir benutzen die Wissenschaft, um giftige Schwaden, um die alles zertrümmernden schlagenden Wetter, denen eine große Menschenzahl erliegen würde, zu zerstören, um gefährliche Krankheiten zu heilen und dem Tode seine Beute zu entreißen. Wir benutzen die Wissenschaft, um die großartigsten Zerstörungswerke, die den Tod in tausendfacher Gestalt herbeiführen, zu vervollkommnen, damit wir des Friedens desto sicherer werden. Wir benutzen die Wissenschaft, um in unsern eignen Organismus einzudringen und zu erkunden: welches sind die besten Nahrungsmittel für uns und die mit uns lebenden Pflanzen, um zu gewahren: welch gegenseitiger Austausch besteht zwischen Pflanze und Thier. Durch die Wissenschaft bringen wir in Erfahrung: daß überall in der Luft und durch die stets auflösende Kraft des Wassers auch im Erdboden die Nahrungsmittel der Pflanzen zu finden seien: daß die Vegetabilien mit ihren unzählbaren, beständig in Bewegung begriffenen Blättern die Kohlensäure, den Wasserdunst, das kohlensaure Ammoniak aus der Luft, daß sie vermittelst der

zarten Wurzelsaugfäserchen die im Wasser gelösten festen Mineralsubstanzen zugleich mit Kohlensäure aus dem Boden aufsaugen: daß bei Sonnenschein die eingenommene Kohlensäure in den Blättern zerlegt, der Sauerstoff ausgeschieden, der Kohlenstoff aber zurückgehalten werde. Durch sie erfahren wir: daß gleich dem Kohlenstoffe auch der unorganische Wasserstoff in Gesellschaft mit Sauerstoff seinen Weg durch die Pflanze nehme: daß die drei vereinigt Holz, Stärkemehl, Zucker u. s. w. bilden: daß kein Pflanzenwachsthum ohne Licht, Wärme, Electricität, Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff, Stickstoff, Phosphor, Schwefel, Chlor, Fluor, Eisenoxyd, Kali, Kalk- Talk- und Kieselerde möglich sei. Sie lehrt uns: daß die Pflanze einen festen Standpunkt im Boden haben müsse: daß viel darauf ankomme, wie letzterer zusammengesetzt, wie er bearbeitet, wie er bedüngt werde; sie lehrt uns, ob ein fester oder lockerer, ob ein trockener oder wäßriger Untergrund vorzuziehen sei.

Bei ihr, der Wissenschaft über Pflanzenernährung wollen wir daher jetzt verweilen. Um sie recht faßlich, um sie Jedermann anschaulich zu machen, habe ich mir erlaubt, einen besondern, ganz einfachen Weg einzuschlagen. Ich werde zuerst die Kräfte, welche beim Keimen, dem Wachsthume und bei der endlichen Ausbildung der Pflanzen in Thätigkeit sind, alsdann die gasförmigen und ein festes Element mit ihren Verbindungen, also den Sauerstoff, den Wasserstoff und die Verbindung beider zu Wasser, den Kohlenstoff, so wie dessen Verbindung mit Sauerstoff zu Kohlensäure, den Stickstoff, so wie dessen Verbindung mit Wasserstoff zu Ammoniak, den Stickstoff und dessen Mischung mit Sauerstoff zu Luft, einzeln aufführen und bei jeder Kraft, bei jedem Elemente, bei jeder Verbindung das Erforderliche über ihre Wirkung als Pflanzennahrung darlegen.

Hierauf werde ich mich mit dem Boden, einer Zusammenhäufung feiner Gesteinstheilchen in Mengung mit organischen Stoffen, in welchen die Pflanzen nicht allein ihren festen Standpunkt, sondern auch ihre feste Nahrung suchen, befassen. Ich werde zunächst die Sauger, alsdann den Phosphor in seiner Verbindung mit Sauerstoff zu Phosphorsäure, den Schwefel in

seiner Verbindung mit Sauerstoff zu Schwefelsäure, das Chlor und Fluor, das Eisen in seiner Verbindung mit Sauerstoff zu Eisenoxyd, das Kali, das Natron, die Kieselerde, Kalk- und Bittererde behandeln und gebe mich der angenehmen Hoffnung hin: daß auf diese Weise der Stoff nicht allein am leichtesten bewältigt, sondern daß denjenigen der geneigten Leser, welchen das Studium der Chemie versagt war, auch eine Uebersicht über den Pflanzenernährungs-Prozeß zu Theil werden wird.

Je genauer wir die Natur kennen lernen, je mehr werden wir über die einfachen Mittel, welche den wundervollen Erscheinungen in ihr zu Grunde liegen, staunen: desto mehr wird sich uns die gegenseitige Verwandtschaft des Lichts, der Wärme, der Electricität kund geben. Wir werden auf Erscheinungen bei diesen unwägbaren Stoffen stoßen, die uns die positive Ueberzeugung verschaffen: daß die eine dieser Kräfte unter gewissen Umständen in die andre übergeht, ja: daß sie eigentlich nur Eins sind. Wir werden sehen: daß alle Prozesse der Absorption des Lichtes, der Entbindung der Wärme, der Veränderung der electrischen Erscheinungen, welche in dem ungeheuren Raume unserer Atmosphäre verlaufen, einer Menge von Veränderungen unterworfen sind. Diese Kräfte, so wie deren ununterbrochen vor sich gehende Veränderungen, bedingen mit dem verschiedenen Stande unserer Sonne unsere klimatischen Verhältnisse, von welch letzteren die Verbreitung der auf unserer Erdoberfläche wohnenden Pflanzen abhängig ist. Die klimatischen Verhältnisse bleiben sich bei den steten Veränderungen der Kräfte nicht gleich und Abweichungen in denselben verbreiten sich dann stets über größere Flächen. Wir können z. B. hier in Deutschland einen sehr strengen Winter haben, während anderswo unter denselben Breitegraden laues Wetter vorherrscht; auf große Bezirke blickt die Sonne klar und hell hernieder und sendet den Vegetabilien ihren zerlegenden und bildenden Strahl zur Entwicklung und Reife, während ihr Antlitz in andern Gegenden durch große Wolkenmassen verhüllt, den Pflanzen Tage,

Wochen, Monate lang nicht sichtbar wird. Ganz willkührlich ist daher die Annahme: daß auf einen strengen Winter ein warmer Sommer und auf einen kühlen Sommer ein milder Winter folge. Die Natur geht ihren eigenen Weg und ruft durch entgegengesetzte Witterungsverhältnisse zweier neben einander gelegenen Länder, oder ferner Kontinente unter sonst gleichen klimatischen Verhältnissen, hier die gesegnetste, dort eine Mißerndte hervor. Als Resultat dieser Verschiedenheiten ergiebt sich eine außerordentliche Steigerung des Verkehrs, durch welchen die Wohlfahrt der Völker hervorgerufen und befestigt wird. Je mehr wir uns daher mit der Erforschung der Kräfte in der Natur befassen, desto mehr werden wir ermuthigt zu ferneren Untersuchungen, deren Resultat uns den großen allweisen Weltenbaumeister stets in einem glanzvolleren Lichte erscheinen läßt.

Wir können der Räumlichkeit wegen uns mit dem Lichte, der Wärme, der Electricität nur in großer Gedrängtheit befassen.

Licht.

Wer vermöchte sich eine andere Vorstellung zu machen, als daß unsere goldene Sonne, welche täglich verjüngt aus dem blauen Aether zu uns heraufsteigt, die umfassendste, ja die einzige Spenderin, nicht allein des Lichtes, sondern auch der allbelebenden Wärme sei? Lange zuvor, ehe sie hinter den dunklen Gebirgen, ehe sie hinter unabsehbaren Ebenen hervortritt, ehe sie aus den grünen Meeresfluthen auftaucht, hat sie den blitzenden Glanz der Sterne verdunkelt, hat sich das falbe Licht des Mondes vor der strahlenden Helle der Tageskönigin zurückgezogen.

Neubelebt begrüßt der Mensch die Segenspenderin; mit freudiger Erregtheit tritt ihr das Thier entgegen, spendet ihr der Vogel sein Loblied, neigen sich ihr die Blätter der Gewächse im heimlichen Geflüster kosend zu, erschließen die erwachenden Knospen ihre zarte Hülle, entfalten die Blumen ihre Blätter und hauchen die süßesten Wohlgerüche gegen sie aus. Neubelebt bereitet sich der Mensch, bereitet sich das Thier bei ihrem Erscheinen auf das kommende Tagewerk vor und die Pflanzen in funkelndem Thaue gebadet, einen bunten Teppich vor ihr ausbreitend, neigen sich ihr liebend entgegen. Verehrend, anbetend betrachtet der Mensch dieses Alles beglückende Gestirn. Was wäre aber auch das Leben ohne Licht!

Licht bringt Wärme; Wärme dehnt aus, bewegt, verändert, bringt also Leben; daher liegt im Lichte alles Leben, ohne dasselbe wäre die Natur kalt, starr, öde, farbelos. Von höchster Bedeutung ist daher das Licht für das Gesammt-Weltall, denn durch dasselbe — in Verbindung mit Wärme — erhalten sich die Planeten des

Sonnensystems, erhalten sich die zahllosen Geschöpfe auf denselben; durch und vom Lichte wird die Erde, werden die auf ihr wohnenden Menschen und Thiere, werden die auf ihr verbreiteten Pflanzen belebt.

Aus der Sonne tritt das Licht strahlend hervor. Der Sonnenstrahl durchläuft in einer Secunde einen Weg von 41,000 Meilen, er hat daher, da unsere Erde 20 Millionen Meilen von der Sonne entfernt ist, 8 Minuten 13 Secunden Zeit erforderlich, bis er auf dieselbe gelangt. Läßt man einen Strahl durch ein Prisma von Glas fallen, so zertheilt sich sein Licht in rothes, orangengelbes, grünes, blaues, indigo und violettes. Was man sonst für einen einzelnen Lichtstrahl hielt, das zerlegte die Wissenschaft in eine zahllose Menge der feinsten Wellen des uns nicht sichtbaren Aethers, der überall im Raume verbreitet, der hoch oben in der Sternenwelt, der tief unten in der Erde zu finden, der an allen Orten und Enden zu treffen ist. Der über alle Begriffe rasche Lichtstrahl besteht daher aus den schnellsten Aetherwellen. Obschon jede derselben von der ihr zunächst folgenden 4000 Meilen entfernt ist, so folgen sie sich doch so unendlich schnell daß sie sich unsern Augen als ein Ganzes darstellen. Was uns daher als ein vereinigter glänzender Feuerstrahl im Auge erscheint, das ist eine Unzahl ungleich neben einander dahin eilender verschiedenfarbiger Aetherwellen, von denen die rothe in jeder Secunde 480 Billionen, die gelbe 540 Billionen, die violette sogar 700 Billionen Schwingungen durchzittert. Zwischen den einzelnen Farbenstreifen, die bezüglich ihrer Stärke nicht gleich bleiben, liegen noch gegen 600 schwarze Streifen. Nachdem man die Eigenschaften des Lichtes in der beschriebenen Art und Weise kennen gelernt hatte, versuchte man nun auch dessen Wärmegehalt in den einzelnen Farbenstrahlen zu erforschen, es ergab sich dabei: daß der blaue Lichtstrahl 13° R. der grüne 14° R. der gelbe 17° und der rothe sogar 22° Wärme hatte und daß neben dem letzteren sogar noch 26° Wärme vorhanden seien.

Das Sonnenlicht ist von außerordentlicher Intensität und daher 800,000 mal stärker als das des Vollmondes und 5500 mal heller als das einer Kerze.

Durch das sorgsame Studium des Lichtes wurde für die Wissenschaft ungemein viel gewonnen. Man benutzt dasselbe nicht allein zu allen Messungen; der Astronom erforscht auch seine Länge und giebt die Zahl der Tagereisen, die es zurückgelegt hat, auf das Genaueste an; ja er erkennt aus der Natur seiner Zusammensetzung sogar: ob es von einer Sonne, ob es von einem Planeten abstammt. Hat ihn die Untersuchung auf den richtigen Weg geleitet, so rechnet er dem einzelnen Strahle seinen durchlaufenen Weg nach und bestimmt dadurch die Entfernung des Sternes, von dem die leuchtende Aetherwelle ausging.

In einem Tage durcheilt das Licht einen Weg von 3620 Millionen — in einem Jahre also von 1,323,263 Millionen Meilen. Der Lichtstrahl bringt daher den Menschen die Nachrichten aus den tiefsten Tiefen des Weltalls und wir wissen z. B. durch ihn: daß das Licht des Polarsternes 48 Jahre braucht um auf unserer Erde zu erscheinen. Den Raum, welchen ein Lichtstrahl binnen Jahresfrist durchläuft, nennt man ein Lichtjahr, 4000 derselben liegen zwischen der Erde und den fernsten Sternen 12ter Größe; 800,000 derselben aber zwischen ihr und dem nächsten Sternennebel.

Vermittelst des Lichts wird also Raum und Zeit gemessen, durch dasselbe wird die Gestalt und Beschaffenheit der Weltkörper erkannt. Die Bewegungen des Sonnensystems, der Kometen und Meteore weis't das Licht nach. Auf die genaue Kenntniß desselben gründen sich die Berechnungen der Schwere und Dichtigkeit der Gesammt-Weltkörper und deren gegenseitige Anziehungskraft. Das Licht ist das gewichtigste Mittel der Erkenntniß, das Element des Geistes, denn es lehret nicht allein die Gestalten aller Körper kennen, es enthüllt uns auch die Weltgesetze.

Daß das Licht bei seiner Macht, die es im Weltall übt, eine außerordentliche Schnelligkeit besitzen muß, liegt in der Natur der Sache. Einen Raum, welchen eine Kanonenkugel in 2½ Tagen durchfliegt, durcheilt der Lichtstrahl in dem zehnten Theil einer Sekunde.

Um diesen Weg zu Fuße zurückzulegen, würde ein Mensch 540 Tage gebrauchen. Wollte er aber die 8½ Minuten, die das

Sonnenlicht auf seinem Laufe zur Erde gebraucht, mit dem Ränzchen auf dem Rücken zurücklegen, dann müßte ihm zuvor ein Alter von 6300 Jahren verliehen werden.

Was ist doch der Mensch für eine Winzigkeit gegen diese Zahlenverhältnisse! und doch wie groß, wie unendlich groß gestaltet er sich nach diesen Betrachtungen! War es nicht der menschliche Geist, welcher den winzigen Lichtstrahl erfaßte und ihn in Tausende von Millionen Theilchen zerlegte? war er es nicht, welcher sich ihn unterthan machte, um die Größe, Form und das Gewicht der Himmelskörper zu messen? war er es nicht, welcher ihn auf seine verschiedenen Wärmegehalte prüfte? war er es nicht, welcher ihn als Telegraph nach den tiefsten Himmelsräumen sandte, um auch dort die waltenden Gesetze kennen zu lernen? Gott hat Großes in den menschlichen Geist gelegt und je mehr wir uns bestreben, unserm Allvater ähnlich zu werden, um so mehr und wichtigere Naturgeheimnisse werden uns aufgedeckt werden.

Die meisten Stoffe und Körper auf unserer Erde stellen sich als Lichtsauger dar; geht dann der Sauer- oder ein anderer Stoff Verbindungen mit denselben ein, so wird das Licht wieder ausgeschieden. Namentlich ist es der Kohlenstoff, der ungemein viel Licht und am meisten in seinem reinsten Zustande — als Diamant — einsaugt. In aller und jeder Kohle, in jedem Holze, in jeder Pflanze ist daher eine große Menge von gebundenem Licht enthalten. Sobald nun diese Kohlenstoffverbindungen mit dem Sauerstoffe lebhafte und rasch vorschreitende andere Verbindungen eingehen, so wird das Licht frei und tritt wie das Licht der Sonne, von dem es ursprünglich ausging, strahlend aus denselben aus. Je rascher, wie gesagt, also die Verbindung vor sich geht, je mehr also Sauerstoff vorhanden ist, desto mehr wird Licht ausgeschieden, desto höher wird der Glanz, desto größer die Flamme sein.

Auch unser Auge ist ein solcher Lichtsauger und bei besondern Gelegenheiten können wir bei demselben deutlich gewahren, wie es in farbigen Strahlen aus demselben ausströmt. Bei starken Erschütterungen des Kopfes, bei Stürzen, Schlägen u. s. w. fährt es in farbigem Glanze aus dem Auge, in denselben Intervallen,

wie die Aetherschwingungen, denn wir gewahren dann ganz deutlich glänzende Büschel von grün, gelb, violett, blau ꝛc. ꝛc.

Die Auffaugung des Lichtes durch die Pflanzen und die Ausscheidung desselben beim Verbrennungsprozeß durch die Verbindung des Sauerstoffs mit dem Kohlen- und Wasserstoffe ist für das Gesammt-Menschen- und Thierleben von unberechenbarem Vortheile, denn wir empfangen dadurch nicht allein unser künstliches Licht, sondern auch die für den Winter und in den Gewerben unumgänglich nothwendige Wärme. Später werden wir bei der Behandlung des Wasserstoffs Gelegenheit bekommen, dessen ungemeine Saugfähigkeit für die Wärme kennen zu lernen.

Je poröser, je feiner vertheilt ein Körper ist, desto leichter verbrennt er, desto leichter giebt er sein Licht und seine Wärme im Allgemeinen ab; je dichter er ist, desto weniger schnell ist dies der Fall. An unseren schwersten und daher dichtesten Metallen gewahren wir dies am deutlichsten, denn obschon das Platin eine große Menge von Sauerstoff aufzusaugen und in sich zu verdichten vermag, so sind unsere bekannten Hitzgrade doch nicht hinreichend, um es zu verbrennen. Eigenthümlich ist übrigens: daß einzelne Metalle nur einzelne Theile des zerlegten Lichtes in sich aufnehmen. Verbrennen wir z. B. Kupfer, so tritt nur grünes Licht aus demselben aus. Es sind dies Erscheinungen, welche die sorgsamste Beachtung verdienen und die nach genauer Kenntniß sehr große Aufschlüsse in der Wissenschaft, vielleicht sogar über die Zusammensetzung der Metalle geben werden.

Kehren wir nun zu den Wirkungen des Lichtes auf unserer Erde zurück, so zeigen sich dieselben sowohl bei organischen, als bei unorganischen Körpern. Theils stellt dasselbe chemische Verbindungen, theils Trennungen her. Zu den Hauptquellen des Lichtes gehört — wie wir eben sahen, — vor allem die Sonne, außerdem erhalten wir es durch Electricitätsausgleichungen, Steigerung der Temperatur bei chemischen Prozessen u. s. w.

Eine Pflanze im Dunkeln gezogen erhebt sich zwar über den Boden, sobald sich ihre Wurzel gebildet hat, allein sie bleibt, mit geringen Ausnahmen, ohne ihre dem Auge so wohlthuende grüne Farbe, gelangt zu keiner Festigkeit und stirbt bald ab. Entzieht

man einer ausgebildeten Pflanze das Licht auf einige Zeit, so wird sie auch bei ausreichendem Zufluſſe von Luft und Wasser welken und nach und nach ihre grüne Farbe verlieren. Setzt man sie dem Lichte von Neuem aus, so erhöht sich sofort der Glanz ihres Grüns und sie erfreut sich wieder ihres Lebens. Cloez und Gratiolet brachten einige unter dem Wasser lebende Pflanzen in Wasser, das Kohlensäure gelöst enthielt und setzten sie dem Sonnenlichte aus; sie gewahrten, daß diese Pflanzen unter dem Einflusse des Sonnenlichtes eine bedeutende Menge Sauerstoff entwickeln.

Wenn man einige Blätter einer unter Wasser lebenden Pflanze in einem Probirglase, welches mit Kohlensäure gesättigtes Wasser enthält, umkehrt und in ein Gefäß mit Wasser stellt, den Apparat hierauf aber dem Sonnenlichte aussetzt, so sieht man augenblicklich von der Oberfläche der Blätter eine große Menge Bläschen sich entwickeln, die aus reinem Sauerstoffe bestehen. Noch genauer beobachtet man die Erscheinung in einem von Beiden angegebenen Apparate. Derselbe besteht aus einer Flasche von weißem Glase von 4 bis 10 Litres Inhalt, die sorgfältig mittelst eines zweimal durchbohrten Korks, durch den zwei Röhren gehen, verschlossen ist. Die eine dieser Röhren ist gerade und geht bis auf den Boden des Gefäßes; sie dient zur Erneuerung der Flüssigkeit im Innern der Flasche. Die zweite Röhre ist gebogen und wird zum Aufsaugen des Gases benutzt; ihr in die Flasche reichendes Ende mündet in die Spitze eines in den Kork eingeschnittenen Hohlkegels. Diese Vorrichtung hat den Zweck, die kleinsten Mengen des ausgegebenen Gases zu bestimmen, welches man dadurch austreibt, daß man etwas Wasser in die zweite Röhre giebt. Versuche mit den Stengeln von Potomogeton perfoliatum in diesem Apparate brachten nach ungefähr 10 Stunden so viel Gas, daß dieses in eine große graduirte Glocke geleitet $2\frac{1}{4}$ Litres betrug, was ohngefähr das 15fache vom Volumen der dem Versuche unterworfenen Pflanze ausmachte. Das aufgefangene Gas war jedoch nicht reiner Sauerstoff, sondern ein Gemenge von $87,_{50}$ Sauerstoff, $11,_{25}$ Stickstoff und $1,_{25}$ Kohlensäure. Das Sonnenlicht spielt im Lebensprozesse der Pflanzen eine äußerst wichtige Rolle; es disponirt den Wasserstoff sich zu verdichten, Wärme in sich aufzunehmen und

mit Sauerstoff Wasser zu bilden; es scheidet den Kohlenstoff aus der Kohlensäure ab, legt Licht und Wärme in ihn nieder und verbindet beide zusammen zu Holz, Stärkemehl ꝛc. ꝛc.; ferner verbindet es die letzteren Stoffe zugleich auch noch mit Stickstoff. Hierdurch entstehen nicht allein die für das Menschen- und Thierleben so höchst nöthigen Nahrungsmittel, sondern auch die für die Industrie und Gewerbe, sowie zum Leben unentbehrlichen Brennmateriale.

Die Wirkung des Lichtes auf die Pflanzen ist für viele Fälle noch nicht ausreichend erklärt; so findet man z. B. Blätter, am Tage den Einwirkungen des Sonnenlichts ausgesetzt, geschmacklos, während sie am Morgen sauer, in der Nacht bitter schmecken. Man findet Blumen, die bei geringer Lichtaufnahme weiß, bei starker blau blühen. Viele Früchte, die des Morgens sauer schmecken, sind Mittags, nachdem die Sonnenstrahlen stark auf dieselben eingewirkt haben, ungemein süß.

Bei der Zerlegung der Kohlensäure in den grünen Theilen der Gewächse, den Blättern, ist die Intensität des Lichtes von höchster Bedeutung. Der Schatten eines kleinen Wölkchens, welches den Sonnenschein von der Pflanze abhält, reicht aus, die Zerlegung zu schwächen, welche rasch von Neuem vor sich schreitet, wenn das Wölkchen seinen Weg weiter fortsetzt und die zerlegenden Strahlen nicht mehr von den Blättern abhält. Der Prozeß wird um so mehr gestört, je höher die Sonne steht und je reiner der Himmel ist. Die Einwirkung des Sonnenlichtes auf die Pflanzen ist daher eine eben so rasche, als kräftige, weshalb sie einen überaus wichtigen Einfluß auf die Pflanzenwelt übt. Von der regelmäßigen Zerlegung der in unserer Atmosphäre enthaltenen Kohlensäure in den Sommermonaten hängt die Ergiebigkeit unser Erndten ab. Haben wir nämlich in den heißen Monaten, wo die Entwicklung der Blüthen und Früchte besonders lebhaft von statten geht, stets bedeckten Himmel, dann kann die Zerlegung der Kohlensäure nicht so rasch erfolgen, die Entwicklung der Blüthen und Früchte wird verzögert: von ersteren sterben verschiedene ab, bei denen die sich weiter entwickeln, lagern sich die Stoffe nicht in der Menge und Güte ab, als es bei ausreichender Zerlegung der Kohlensäure durch die Sonnenstrahlen der Fall gewesen sein würde, die Reife

erfolgt meistens nicht vollkommen und der Landmann sagt dann, es sei ein Mehlthau eingefallen. Daher rührt die Erscheinung: daß in solchen Jahren, wo der Himmel stets mit Regenwolken bedeckt ist, weder Früchte, noch Blätter, noch Holz die gehörige Reife, die gehörige Festigkeit erlangen; daher ferner die Erscheinung: daß durch die mangelhafte Einwirkung der Sonnenstrahlen auf die Pflanzen dieselben wässerig bleiben und viele dem Thierleben schädliche Stoffe nicht zerlegt und in den Pflanzen zu nützlichen Nahrungsmitteln verwandelt werden. Die Folgen davon sind: daß größere Quantitäten derselben zur Nahrung verwandt werden müssen und daß mehrere sogar schädlich auf den thierischen Organismus einwirken, wie z. B. das Mutterkorn ꝛc. ꝛc. Nach Regenjahren, in denen der Himmel fast stets mit Wolken bedeckt ist, zeigt sich daher nicht allein Hungersnoth, sondern sie haben auch stets bedeutende Krankheiten im Gefolge. Das alte Bauern-Sprichwort bewährt sich daher vollkommen, in welchem es heißt: die Sonne erscheint eher einen Laib Brod, als daß es einen erregnet.

Mit den verschiedenen farbigen Strahlen, in welche sich das Licht zerlegen läßt, hat man bei der Vegetation verschiedene Versuche gemacht und gefunden: daß in dem gelben Strahle viele Pflanzen zu Grunde gehen, während sie im violetten recht gut gedeihen; am besten wachsen sie aber unter der Vereinigung aller Strahlen, also im gewöhnlichen Lichte.

So lange sich die Pflanzen im Lichte befinden, so lange reinigen ihre grünen Theile, namentlich die Blätter, die Luft, indem sie Kohlensäure einathmen, den Kohlenstoff unter Einwirkung des Lichtes abscheiden und dann ein gleiches Volumen Sauerstoff abgeben. Bei Abwesenheit von Licht ändert sich jedoch dieser Prozeß um und die Pflanze giebt dann Kohlensäure aus. Es rührt dies von dem in dem Safte der Pflanzen enthaltenen Uebermaße dieses Gases her. Zugleich beobachtete man auch: daß während des Schlafes der Pflanzen im Dunkeln der Sauerstoff der Luft sich mit ihren äußern Theilen vereinigt und dieselben umändert. Vor dem Einflusse der Pflanzen auf die Gesundheit von Menschen und Thieren zur Nachtzeit hat man sich daher in Obacht zu nehmen,

nicht nur, weil sie den für unsern Athmungsprozeß unentbehrlichen Sauerstoff in sich aufnehmen, sondern weil sie die dem Lebensprozesse schädliche Kohlensäure ausathmen. Spaziergänge in Gegenden mit üppigem Pflanzenwuchse sind daher des Tags über sehr zuträglich, während man sie des Nachts eben so vermeiden muß, als den Aufenthalt oder sogar den Schlaf in Zimmern, wo sich viele Gewächse befinden.

Das Licht ist nach Allem, was wir bis jetzt kennen lernten, eine Hauptlebensbedingung für das Wachsthum und Gedeihen aller Pflanzen; wären für dieselben auch die reichlichsten Stickstoff- und Phosphorsäure-Verbindungen, wären Alkali- und Erdsalze, wäre Kohlensäure in größter Fülle vorhanden, es fehlte aber das zur Fixirung des Kohlenstoffs erforderliche Sonnenlicht, so könnte die Pflanze wohl eine nicht unbedeutende Entwicklung erlangen, jedoch ohne Blüthen und Früchte zu tragen, denn diese bilden sich nur dann, wenn das Gesammt-Pflanzengewebe sich in den zu einer vollkommenen Reife erforderlichen Umständen befindet. Daher ist es durchaus nothwendig: daß außer den übrigen Erfordernissen eine Ackerfläche auch eine gute sonnige Lage habe, damit die Blüthen und Früchte sich gehörig entwickeln und ausbilden können. Daher verträgt sich z. B. Obst- und Cerealien-Bau auf ebenen Ländereien, zumal wenn die Bäume enge gepflanzt sind, durchaus nicht zusammen, denn da die Obstbäume öfters aussetzen, kommen Jahre vor, wo weder Obst noch Körner, sondern lediglich Stroh mit verkümmerten Früchten erzielt wird. Daher ist ferner der Brodfrucht- und Kartoffeln-Ertrag an Gebirgswänden, die steil nach Nord abfallen, niemals lohnend, ja selbst das an solchen erwachsene Holz hat eine viel geringere Heizkraft, als anderes. Daher bekommt man an nach Norden gelegenen Wandungen selbst in warmen Gegenden keinen reifen Wein.

Das Licht übt einen merkwürdigen Zauber auf die Pflanzen. Die Zellenvereinigungen mit gasförmigen Nahrungsstoffen, welche sich bei den höheren Pflanzen, vorzüglich in den Blättern vorfinden, zeigen gleichsam einen Lichthunger, sie thun, als wenn das Licht eine materielle Nahrung für sie wäre. Alle Bäume eines Waldes, alle Blätter derselben kehren sich dem Lichte zu, sie über-

winden alle Hindernisse, um mit breiter Fläche den belebenden Reiz seines Strahls aufzusaugen. Wie begierig die Pflanzen das Licht suchen, dies sehen wir in unsern Zimmern, wenn eine derselben weit von den Fenstern entfernt steht: die ganze Pflanze verläßt ihre aufrechte Stellung, sie biegt sich und sendet endlich ihren Stamm in vollkommen schiefer Richtung den Fenstern zu. Wie kräftig und schlank schickt eine Kartoffel ihren Keim nach der Kellerlucke, damit er dort einen Lichtstrahl erhasche! Selbst die einzelligen Algen in Gräben haben diesen Drang nach Licht; zu Millionen steigen sie an die Oberfläche, wenn die Sonne ihre Strahlen über das Wasser verbreitet, um sich in diesem Lebensquell zu baden.

Wird den Pflanzen das Licht entzogen, so vermögen sie den Kohlenstoff in ihrem Gewebe nicht mehr abzulagern, sie kränkeln, schießen hoch auf, ohne daß sie ihre Blätter ausbilden und die Säfte verdicken, sie bleiben bleich, ohne Chlorophyll. So bald sie dasselbe wieder erlangen, werden auch die Zellen wieder fähig, Kohlensäure aus der Atmosphäre aufzunehmen und Sauerstoff an letztere abzugeben. Wie groß die Menge des Sauerstoffs ist, welche die grünen Zellen im Sonnenscheine entbinden, davon gaben wir weiter oben schon ein Beispiel, man gewahrt dies aber namentlich: wenn man Blätter mit Wasser übergießt, dann quellen an allen Punkten Sauerstoffperlen hervor, so daß das Wasser zu kochen scheint. Selbst die grünen Algenpflänzchen hauchen bei Sonnenschein zahllose Sauerstoffbläschen aus und wenn wir an sonnigen Tagen Gräben und Teiche mit weißem oder grünlichem Schaume bedeckt sehen, so haben wir die Quelle desselben in ihren grünen mikroskopischen Bewohnern zu suchen. Ist die Sonne verschwunden, so hört die Entwicklung des Sauerstoffs und die gleichzeitige Aufnahme von Kohlensäure im Wasser augenblicklich auf.

Wärme.

Die Wärme befindet sich im Weltraume entweder im Zustande der Ruhe — des Gleichgewichtes — oder im Zustande der Bewegung, sie nimmt zu oder ab, steigt oder fällt. Temperatur nennt man den Zustand in Bezug auf ihre Intensität. Wärme im Zustande der Ruhe liefert constante, Bewegung der Wärme veränderliche Temperatur.

Wenn sie in irgend einem Körper angehäuft wird, so hält dieser Zustand nicht lange vor; die Wärme verflüchtigt sich wieder, trotz aller Mittel und Wege, sie festzuhalten. Es stellt sich also das Gleichgewicht früher oder später wieder her.

Die Sonne, die Bewegerin alles Lebens auf der Erde, unterhält auf letzterer, in wunderbar einfacher Weise, einen beständigen Kreislauf der Stoffe, wodurch lediglich und allein das Leben der organischen Wesen ermöglicht wird. Zugleich mit dem Lichte spendet sie auch die Wärme, und Thiere und Pflanzen haben, je nach ihrem Wohnplatze auf der Erde, einen größern oder geringern Antheil an dem erwärmenden, also dem belebenden Einflusse der Sonne. Wenn die Strahlen senkrecht auf unsern Weltkörper niederfallen, wird dieser Segen in reichlichster Fülle gespendet.

Eine andere Quelle der Wärme ist die Electricität. Durch plötzliche Verdichtung der Luft wird ebenfalls Wärme erzeugt, ebenso durch Reibung. Eine fernere Quelle der Wärme ist die physische Veränderung der Beschaffenheit eines Körpers, wie dieselbe z. B. stets bei Verwandlung von Gasen in tropfbare Flüssigkeiten und von tropfbaren Flüssigkeiten in feste Körper beobachtet werden kann. Die gewöhnlichste Quelle der künstlichen Wärme ist aber die

Verbrennung, welche eigentlich nichts anders ist, als die schnellste chemische Verbindung gewisser Körper mit einander, bei welcher dann eine größere Wärmemenge austritt.

Ohne Wärme wäre Thier- und Pflanzenleben nicht denkbar, wäre unser Erdball eine vollkommen starre unbewegliche Masse. Deshalb theilte unser allweiser Schöpfer diesen Lebensborn, aber auch nicht lediglich und allein der Sonne zu, sondern legte ihn in jedem Körper nieder, in dem er versteckt seine Erweckung erwartet, um seine Segen spendenden Wirkungen, — vorausgesetzt daß sie der Mensch bezähmt und bewacht, — überallhin zu verbreiten. In größter Menge ist die Wärme mit Licht in Verbindung in sämmtlichen Pflanzen, in allen kohligen Mineralien und im Wasser niedergelegt.

Die Erregung der Wärme geschieht durch den chemischen Prozeß und obschon sie, wie das Licht, nicht wägbar ist, so durchdringt sie doch alle und jede Theilchen eines Körpers und dehnt denselben, je mehr von ihr eingeht, auch um so weiter aus.

Nur durch die Bewegung theilt sich die Wärme unsern Gefühlsorganen mit, denn wie Licht und Schall, erregt sie Wellen, die aus eigner innern Kraft derselben hervorgehen und dieses ist es, was wir mit dem Namen chemische Prozesse belegen; sie alle sind von Wärmeerscheinungen begleitet. Steigert sich die Wärme und nimmt an Stärke und Schnelligkeit der Schwingungen zu, dann erhöht sich die Temperatur bis zur Lichtentwicklung. Die Verbindung von Wärme- und Lichterscheinung aber wird Verbrennung genannt und lernen wir dieselbe beim Sauerstoffe genauer kennen.

Die Temperatur unserer Atmosphäre ist an der Oberfläche der Erde am größten und vermindert sich in den untern Schichten für jede 592 Fuß der Erhebung um einen Grad des 100theiligen Thermometers. Man glaubt indeß: daß die Verminderung der Wärme in größeren Entfernungen von der Erde weniger rasch vorschreite; allein in einer gewissen Höhe findet sich die Region des ewigen Schnees und Eises, selbst in den heißesten Klimaten. Die Spitze der Anden in Amerika, welche sich unter dem Aequator zu 18,000 Fuß erhebt, ist mit ewigem Schnee bedeckt. Die Linie des

immerwährenden Schnees — die Schneelinie genannt — beginnt unter 0 Grad Breite bei 15,000 Fuß Höhe, sinkt in den höhern Breiten allmählig herab und liegt bei 60 Grad bei 6000, bei 57 Grad aber nur bei 1000 Fuß.

Je nach ihrem Steigen und Fallen bedingt die Wärme ein vermehrtes oder vermindertes Pflanzenwachsthum. Mit der Schneelinie hört alle Vegetation auf, ebenso bei hohen Hitzgraden die unserer Gräser, welche bei der Ernährung der Menschen und Thiere im gemäßigten Klima eine so großartige Rolle spielen und so viel zur Hebung der Civilisation beitragen.

Mit dem Steigen und Fallen der Wärme durch den Standpunkt unserer Erde zur Sonne bedungen, vermehrt oder vermindert sich das Pflanzenwachsthum und hört mit dem beginnenden Winter endlich auf. Schon die Keimung bedarf eines bedeutenden Wärmegrades, der jedoch je nach verschiedenen Pflanzengattungen auch verschieden ist. Die Gräser, welche in der Oekonomie der menschlichen Gesellschaft als die wichtigsten Nahrungsmittel voranstehen, keimen bei niederen Temperaturgraden und das ganze Jahr hindurch, was bei andern Gewächsen nicht der Fall ist. Unter 4° Wärme jedoch darf auch bei ihnen die Temperatur beim Keimungsacte nicht herabsinken.

Wie Licht und Electricität, so ist auch die Wärme der Lebenskraft untergeordnet; ohne sie kann daher kein Lebensact vor sich gehen, aber auch bei einer Temperatur, die 24 Grad übersteigt, würden die Lebensverrichtungen aufhören, wenn die Pflanzen nicht, wie die Thiere, mit Transspirationsorganen versehen wären, welche die Wärme der umgebenden atmosphärischen Luft durch die bei der Verdunstung gebundene herabzögen.

Um den Einfluß der Temperatur auf die Gasentwicklung der Pflanzen zu erforschen, brachten Cloez und Gratiolet die Apparate, in welchen sich die Pflanzen in kohlensäurehaltigem Wasser befanden, in ein großes mit Wasser gefülltes Glasgefäß. In dem Wasser, zu welchem etwas Eis gesetzt wurde, konnten sich die Pflanzen leicht abkühlen. Ein Thermometer ging durch den Kork des Apparats und war dazu bestimmt, die geringsten Veränderungen der Temperatur anzugeben. Durch Aenderung in der Einwirkung

des Eises war es leicht, abwechselnd den Einfluß der gesteigerten Temperatur und den Einfluß des Sinkens derselben zu ermitteln. Wenn nun das Wasser in den Gefäßen, bevor es dem Lichte ausgesetzt wurde, auf + 4 Grad Celsius gebracht wurde, so war die Gasentwicklung anfangs gleich Null, wenn aber die Temperatur des Wassers sich allmählig steigerte, so erschienen bei + 15 Grad einige Blasen. Die anfangs sehr schwache Entwicklung wurde dann um so stärker, je höher sich die Temperatur steigerte und schien bei + 30° ihr Maximum erreicht zu haben. Dieser Versuch lieferte auch bei öfterer Wiederholung den Beweis: daß die Gasentwicklung in den Pflanzen nicht unter einer gewissen Temperatur beginnt.

Bei einem zweiten Versuche wurde das Wasser in den Apparaten auf 30° gebracht und die Wärme desselben hierauf durch Zusatz von Eis erniedrigt. Bei diesem Verfahren ließ die alsbald eingetretene Gasentwicklung allmählig nach; sie wirkte jedoch bei 15° noch mit einer gewissen Lebhaftigkeit fort und war erst bei + 10° vollständig beendigt.

Die Zersetzung der Kohlensäure durch die dem Sonnenlichte ausgesetzten Wasserpflanzen beginnt demnach in einem Mittel, dessen Temperatur sich von + 4° steigert, nicht unter 15° und scheint bei 30° ihr Maximum zu erreichen. Dieselbe Zersetzung geht in einem Mittel, dessen Temperatur von 30° an abnimmt, noch bei 14, 13, 12 und 11 Grad vor sich und hört bei 10° auf. Daher kommt es auch: daß das Hauptpflanzenwachsthum in unserm Klima erst Mitte oder Ende des Frühjahrs seinen Anfang nimmt und um so rascher voranschreitet, je mehr sich die Temperatur steigert und je länger das Sonnenlicht auf sie einwirkt, je mehr also die Tage zunehmen.

Wir sehen aus dem Vorangegangenen, wie nothwendig eine gesteigerte Wärme dem Pflanzenwachsthum ist; allein ohne Vorhandensein anderer Factoren der Pflanzenentwicklung nutzt sie nichts, namentlich muß ihr stets das Wasser zur Seite stehen. Ohne dieses vermag der große Wecker des Pflanzenwuchses nichts. So z. B. tritt in Sudan, wo die beiden Hauptbedingungen für das Pflanzenleben vereinigt sind, ein mit der üppigsten reichhaltigsten

Vegetation bedeckter Erdboden auf; nördlich von Sudan aber, wo die Wärme nicht weniger stark ist, wo aber das Wasser fehlt, ist nur eine unfruchtbare Wüste sichtbar. Dort entwickelt sich das Pflanzenleben in schwelgender Fülle in tausendfachen Formen, während hier dem Auge nur leblose Körper, in unzählbaren Sandkörnchen, entgegentreten.

Mit dem Ausdrucke Klima bezeichnen wir im allgemeinsten Sinne alle Veränderungen in der Atmosphäre, die unsere Sinne merklich afficiren und die von der Temperatur, der Feuchtigkeit, dem ruhigen Luftzustande oder dem Winde, von der Größe der electrischen Spannung, der Reinheit der Atmosphäre, von der Intensität der Sonnenstrahlen u. s. w. herrühren. Eine der Hauptursachen, welche die Temperatur jedes Klimas bestimmen, ist die Wirkung der wärmenden Sonnenstrahlen auf die feste Erdmasse. Ueberall trägt die Erde die Wärme, welche sie auf der Oberfläche durch die Sonnenstrahlen empfängt, in ihr Inneres über, die überflüssige aber zerstreut sie auf der Oberfläche in den sie umgebenden Raum. Diese Prozesse belegen wir mit dem Namen Wärmeleitung und Ausstrahlung.

Nach den Gesetzen der Wärmeleitung erfolgen die täglichen Wärmeeindrücke wellenförmig nach dem Innern der Erdmasse und werden, je nach der Tiefe, in die sie dringen, matter. Dort wird diese Wärme aufgeschichtet und bewegt sich nach und nach von einem Punkte derselben zum andern. Die am Aequator gelegenen Erdtheile werden stets von der Sonne mehr erwärmt, als andere und daher geht von hier eine beständige innere Wärmeleitung nach andern Theilen der Erdkugel vor sich. Weil nun zugleich alle Theile der Oberfläche durch Ausstrahlung Wärme von sich geben, so entsteht daraus in den Polargegenden, wo die Sonne nur wenig Ersatz leistet, ein beständiger Wärmeverbrauch. Auf diese Weise geht von den Polen eine unausgesetzte Zerstreuung der Wärme in den umgebenden Raum vor sich und der dadurch entstehende Verlust wird durch die Wärmeeinströmung am Aequator stets wieder ersetzt.

Diese merkwürdige Circulation und ihre Schnelligkeit bestimmt die Quantität der in der festen Masse der Erde überhaupt

und in jedem einzelnen Theile derselben befindlichen Wärme, oder, mit andern Worten, die jedem Punkte der Erdoberfläche eigene mittlere Temperatur.

Ein ungemein günstiges Resultat der auf unserer Erde bestehenden Wärmegesetze ist: daß der Wärmezustand derselben eine Gränze hat, welche nicht überschritten wird. Daher werden die durch eine besondere Ursache erzeugten Abweichungen vom mittleren Wärmezustande schnell wieder unterdrückt, und die Abweichungen der Jahreszeiten von ihrem gewöhnlichen Standpunkte bringen nur kleine vorübergehende Wirkungen hervor. Der Einfluß eines sehr heißen Tages verschwindet sofort in der durchschnittlichen inneren Wärme. Ebenso gleicht sich die Wirkung eines heißen Sommers beim Durchgange seiner Wärme durch die Erde schnell aus.

Diese Einrichtung ist eine ungemein weise, denn erfolgte die Ausgleichung im Innern nicht sofort, so trüge sich die unnatürliche Hitze oder die unerträgliche Kälte des einen oder des andern Ortes nach und nach auf alle über.

Hieraus ergiebt sich: daß sowohl die gegenwärtigen Verschiedenheiten des Klimas, als auch die Stabilität der Wärme an jedem einzelnen Punkte der Erde auf dem Maße, in welchem die Gesammt-Sonnenstrahlen unter dem Aequator und an andern Stellen auffallen, und zugleich auf den Größen beruhen, welche das Maß der Leitung und Ausstrahlung bestimmen. Diese Gesetze sind aber, wie bemerkt, so ausgezeichnet, daß sie steigende oder zerstörende Wärmeungleichheiten nirgends eintreten lassen. Daher kommt es auch, daß das Klima ein und desselben Orts trotz des beständigen Wechsels von Regen, Wind u. s. w. dennoch im Verlaufe vieler Jahre eine bewundernswerthe Beständigkeit besitzt. Diese merkwürdige Einrichtung in Bezug auf das Klima ist der Pflanzen- und Thierwelt auf das Genaueste angepaßt, weshalb sich mit den klimatischen Verhältnissen auch völlig verschiedene Pflanzenarten in verschiedenen Ländern einfinden. Die Stetigkeit des Klimas an den nämlichen Orten ist aber eine nothwendige Bedingung einer jeden daselbst einheimischen Pflanzen-Species, indem außerdem eine große Zahl derselben zu Grunde gehen würde.

Die Organisation der Pflanzen ist daher der Wirksamkeit der Elemente und unter diesen der Wärme namentlich angepaßt. So finden wir z. B. unter dem Aequator die Gewürznelke, die Muskatenuß, den Pfeffer auf den Gewürzinseln. Zimmtstauden sind auf dem Boden von Ceylon verbreitet. Das wohlriechende Sandelholz, der Ebenbaum, der Thekabaum, die Bananenfeige wachsen in Ostindien. In denselben Breiten des glücklichen Arabiens finden wir den Balsam, den Weihrauch, die Myrrhe, den Kaffeebaum und die Tamarinde. Dagegen fehlen in den Ebenen dieser Gegenden diejenigen Bäume und Stauden, welche in unsern nördlichen Klimaten verbreitet sind.

Gehen wir nordwärts, so verändert sich die vegetabilische Scenerie mit jedem Schritte. In den Gehölzen westlich vom kaspischen Meere stellt sich uns die Aprikose, Citrone, Pfirsche und die Wallnuß vor. In derselben Breite in Spanien, Sicilien und Italien finden wir die Zwergpalme, die Cypresse, die Kastanie, den Korkbaum, Orangen und Limonenbäume erfüllen die Luft mit ihren Düften. Die Myrte und der Granatapfelbaum wachsen wild zwischen Felsen. Uebersteigen wir die Alpen, so treffen wir im nördlichen Europa die Eiche, die Buche, die Ulme, weiter nördlich die Fichte, Weißtanne, Kiefer, Lärche. Auf den Orkneyinseln giebt es nichts Baumartiges als die Hasel, welche man dann wieder an den nördlichen Küsten des baltischen Meeres trifft. Gehen wir weiter in kältere Gegenden vorwärts, so finden wir daselbst Pflanzenarten, die offenbar für diese Lagen gemacht sind. Die graue Erle zeigt sich nördlich von Stockholm; der weiße Ahorn und der Vogelbeerbaum begleiten uns bis zur Spitze des baltischen Meerbusens und verlassen wir diesen und gehen über das Dovrefieldgebirge, so passiren wir nach einander die Gränzlinien der Sprossenfichte, der schottischen Fichte und jener kleinen Stauden, welche die Botaniker als die Zwergbirke und die Bachweide bezeichnen. Hier in der Nähe, oder innerhalb des nördlichen Polarkreises, finden wir noch wilde Blumen von großer Schönheit, den Kellerhals, die gelbe und weiße Wasserlilie und die europäische Kugelblume. Und wo auch diese aufhören, da macht das Rennthiermoos das Land noch für Thiere und Menschen bewohnbar.

Höchst weise sind die Nahrungspflanzen auf unserer Erde vertheilt. Korn, Wein und Oel haben ihr fest begränztes Gebiet. Der Weizen erstreckt sich über das ganze alte Festland, von England bis Tibet; allein gegen Norden hört er bald auf und gedeiht im Westen Schottlands nicht mehr. Auch in der heißen Zone befindet er sich nicht besser, als in den Polargegenden. Innerhalb der Wendekreise wird kein Weizen, keine Gerste und kein Hafer gebaut, ausgenommen in Lagen, welche beträchtlich über dem Meeresspiegel erhaben sind. Die Einwohner jener Länder haben andere Arten von Korn, oder überhaupt andere Nahrungsmittel. Der Weinbau gedeiht nur in Ländern, wo die mittlere jährliche Temperatur zwischen + 10 und 12 Grad beträgt. Auf beiden Halbkugeln hört der vortheilhafte Anbau dieser Pflanze 30 Grad von dem Aequator auf; außer in hohen Lagen, oder auf Inseln z. B. Teneriffa.

Die Gränzen des Mais- und Oelbaues, in Frankreich, laufen mit denjenigen parallel, welche den Wein und das Getreide gegen Norden hin beschränken, wo also die mittlere Jahrestemperatur unter 9° sinkt. Im Norden Italiens, westlich von Mailand, treffen wir zunächst den Reisbau, welcher sich über ganz Südasien ausdehnt, er gedeiht da an allen Stellen, wo das Land gehörig mit Wasser überführt werden kann. In einem großen Theile Afrikas ist die Hirse eine der Hauptgetreidearten.

Electricität.

Es ist hier nicht der Ort weitläufig über die Electricität zu verhandeln, sondern wir führen nur an: daß viele Körper durch Reiben u. s. w. in einen Zustand versetzt werden, in welchem sie kleine Papierstreifchen aus der Ferne anziehen und dann wieder abstoßen, von Neuem anziehen und von Neuem abstoßen, dem in die Nähe gebrachten Finger aber im Dunkeln einen sichtbaren, stechenden Funken entlocken. Dieser rascher oder langsamer verlaufende Zustand wird der electrische und die Ursache desselben Electricität genannt. Bei manchem Körper ist die Erzeugung leicht, bei andern schwer. Im Bezuge auf die Ausgleichung derselben muß man sich dieselbe als zwei Gegensätze, die mit negativ und positiv bezeichnet werden, denken.

Wenn sich eine Magnetnadel in ihrer natürlichen Lage gegen Nord und Süd befindet, so bewegen sich electrische Ströme auf der östlichen Seite derselben herab, gehen unter ihr nach West hin durch und steigen auf der westlichen Seite wieder in die Höhe. Da sich nun die Gesammt-Erde als ein großer Magnet darstellt, so finden sich natürlich auch diese electrischen von Ost nach West gehenden Strömungen auf ihr, deren Entstehung man durch den Uebergang der Wärme in Electricität erklärt. Die Erscheinungen wenigstens sprechen allgemein hierfür und lassen hinwiederum die allgemeine Vertheilung der Electricität und des Magnetismus auf der Erde am leichtesten erklären. Während der täglichen Umwälzung der Erde um ihre Axe von Westen nach Osten werden nämlich die einzelnen Theile ihrer Oberfläche in der entgegengesetzten Richtung und zwar von Ost nach West den Sonnenstrahlen

ausgesetzt, wodurch die Oberfläche derselben, besonders zwischen den Wendekreisen, allmählig in letzterer Richtung erwärmt und dann wieder abgekühlt wird; hierdurch nun bilden sich, nach den Grundsätzen der Thermo-Electricität, electrische Ströme in derselben Richtung. Fließen nun diese Ströme einmal von Ost nach West, so müssen sie auch zu dem Magnetismus der Erde von Nord nach Süd Veranlassung geben, wie dies die Magnetnadel so überraschend nachweist und wie wir dies oben bei der Wellenverbreitung der Wärme kennen lernten.

Die Electricität wirkt mächtig auf die Pflanzenwelt, nicht allein bezüglich der wäßrigen Niederschläge oder der Bildung von Ammoniak und Salpetersäure bei entstehenden Gewittern, sondern auch unmittelbar als die Kraft, welche den Saftumlauf und dadurch das Pflanzenwachsthum befördert.

So ungemein günstig die Electricität beim Vegetationsprozesse auch wirkt, so sahen wir bis jetzt die dabei eintretenden Erscheinungen doch noch nicht klar genug und das sie umgebende Dunkel bedarf erst der Erleuchtung, wir beschränken uns daher auf die Versuche, welche Becquerell anstellte und die zu nachstehenden Schlüssen führten:

1) In den Stämmen der Gewächse werden vermittelst galvanometrischer Platinnadeln, von denen man die eine in die Rinde, die andre ins Holz sticht, electrische Ströme erzeugt, deren Richtung vom Zellgewebe nach dem Mark geht. Aehnliche Ströme werden in der Rinde erzeugt, welche im Gegentheile vom Nahrungssafte nach dem Zellgewebe gehen.

2) Der Saft oder die Flüssigkeit des Rindenzellgewebes, einige Augenblicke dem Zutritte der Luft ausgesetzt, verändert sich in der Art: daß wenn man ihn neuerdings mit dem Safte in Berührung bringt, der sich im grünen Theile des Zellgewebes befindet, er in Bezug auf letzteren negativ wird.

3) Durch Vermittlung der Wurzeln, des Marks und anderer Theile des Stengels werden erdichte Nebenströme erzeugt.

4) Die Richtung der erdichten Ströme zeigt: daß beim Vegetationsprozesse die Erde beständig einen Ueberschuß positiver Electricität, das Zellgewebe der Rinde und der Blätter aber einen

Ueberschuß negativer Electricität erhält, welcher durch das verdunstende Wasser in die Luft übergeht.

5) Die Vertheilung des aufsteigenden Saftes und des Saftes des Rindenzellgewebes macht es wahrscheinlich: daß in den Pflanzen beständig Ströme in der Richtung von der Rinde zum Mark sich bewegen.

6) Die chemischen Prozesse sind, wie nicht zu bezweifeln, die ersten Ursachen der in den Pflanzen beobachteten electrischen Wirkungen, letztere sind sehr mannigfaltig und wurden erst in einigen Fällen beobachtet.

7) Die einander entgegengesetzten electrischen Zustände der Pflanzen und der Erde machen es wahrscheinlich: daß sie in Folge der Kraft der Vegetation auf dem Festlande und den Inseln einen gewissen Einfluß auf die electrischen Erscheinungen der Atmosphäre üben müssen.

Für letzteres finden wir einen Beleg in dem Stande und dem Zuge der Gewitter verschiedener Gegenden. Da wo viele Waldungen vorhanden sind, werden sich gewiß viel mehr und auch großartigere Gewitter entladen, als in Gegenden, wo dieselben fehlen.

Die Ausgleichung der Electricität durch die Gewitter hat einen nicht zu verkennenden Einfluß auf die Vegetation, abgesehen davon, daß durch die Bildung von Ammoniak und Salpetersäure eine vermehrte Fruchtbarkeit hervorgerufen wird. Die Verbindung des Wasserstoffs mit dem Stickstoffe der Luft ist weder durch Druck noch durch Hitze zu bewirken, electrische Schläge ermöglichen es aber. Je stärker nun die electrischen Ausgleichungen sind, desto bedeutender ist die Bildung von Ammoniak, vorausgesetzt daß außerdem in der Atmosphäre die Bedingungen für die Zerlegung und Wiedervereinigung der Gasarten gegeben sind. Bei Gewittern haben wir aber fast stets Regen oder doch vielen aufgelösten Wasserdunst in der Atmosphäre. Die starken Blitze bei Gewittern zerlegen nun nicht allein die Luft, sondern auch das Wasser, welches sie vorfinden. Der Stickstoff der Luft verbindet sich dann einestheils mit dem freigewordenen Wasserstoff zu Ammoniak und mit Sauerstoff des zerlegten Wassers zu Salpetersäure.

Sauerstoff.

Der Sauerstoff ist in freiem Zustande ein permanentes Gas und setzt als solches unsere atmosphärische Luft mit zusammen. Mit andern Grundstoffen verbunden findet sich derselbe von allen Elementen am häufigsten verbreitet. Er ist ein Bestandtheil des Wassers, fast aller Erden und Gebirgsarten, welche die Erdrinde bilden und kommt mit wenigen Ausnahmen über die ganze Erde verbreitet vor. Das Sauerstoffgas ist farblos und besitzt weder Geruch noch Geschmack. Es ist etwas schwerer als die atmosphärische Luft und konnte bis jetzt weder durch Kälte noch durch Druck in eine Flüßigkeit verwandelt werden. Das Sauerstoffgas kann eingeathmet werden und wird bei dem gewöhnlichen Athmungsprozeße fortwährend von den Lungen aus der Luft aufgenommen und dadurch der Lebensprozeß erhalten. Wie ohne das Vorhandensein von Sauerstoff kein Thier zu leben vermag, so wäre ohne dasselbe auch kein Pflanzengedeihen möglich. Schon das Saamenkorn kann bei Mangel an Sauerstoff kein Keimchen entwickeln und so nöthig dessen Vergrabung in die Erde ist, damit es in der ersten Periode seines Lebens vor dem ihm nachtheiligen Sonnenlichte geschützt wird, so darf diese jedoch nicht in zu große Tiefe geschehen, weil sonst der belebende Sauerstoff nicht in dem Maaße zu ihm zu treten vermag, als es die Entwicklung des Keimchens verlangt. Aber nicht bei der Keimung allein wirkt der Sauerstoff so günstig; er ist auch für die Gesammtpflanzenorganisation vollkommen unentbehrlich.

Unsere Atmosphäre ist aus $\frac{4}{5}$ Stickstoff und $\frac{1}{5}$ Sauerstoff gemengt, wozu etwa noch $\frac{1}{2000}$ Theil Kohlensäure und etwas Am-

moniak kommen. Seitdem man den Sauerstoff durch Priestley hatte kennen und seine Wichtigkeit beim Athmungsprozesse verstehen lernen, glaubte man die Güte der Luft nach ihrem Gehalte an Sauerstoff beurtheilen zu müssen, und ohne alle Frage ist der Sauerstoff eins der wichtigsten, aber wohl auch das mächtigste Element auf der Erde, denn es bringt nicht allein das Leben, es zerstört es auch wieder. Ueberall ist er zu finden. Gleichwie er in gasförmiger Gestalt mit dem Stickstoffe unsere Luft zusammensetzt, so findet er sich in Verbindung mit Wasserstoff zu einer tropfbaren Flüssigkeit in unserm Wasser vereinigt. In sämmtlichen Pflanzen und Thieren und fast in sämmtlichen Mineralien hat er seinen Wohnsitz aufgeschlagen. In Tausend und aber Tausend Gestalten verbreitet er sich durch die Gesammt-Natur, hier zerstörend, dort belebend. Ueberall bildet, formt und schafft er, um gleich daneben Geschaffenes wieder zu zerstören. Allen Körpern mit denen er in Berührung kommt verbindet er sich, um sie zu verändern. Diese Veränderungen belegen wir im gewöhnlichen Leben mit dem Namen Vergänglichkeit oder Zahn der Zeit.

Alle Geschöpfe, alle Pflanzen enthalten ihn und obschon er die Bedingung ihres Lebens ist, so sinnt er dennoch stets auf die Zerstörung desselben, er fällt dabei aber nicht, wie der Stickstoff, die Kohlensäure, der Wasserstoff mit der Thüre ins Haus; er geht subtil und äußerst bedächtig zu Werke, er reicht den Todesbecher nur tropfenweise und reißt er hier das Leben nieder, so baut er gleich daneben wieder neues auf. Haben wir unsere Freude an einem metallenen Kunstwerke, siehe so ist er gleich zur Hand, nistet sich in dasselbe ein und verändert es vom Grund aus. Die Hausfrau setzt Abends ihre beste Milch zum Frühstück bereit, morgens findet sie dieselbe sauer: — der neckische Sauerstoff hat ihr diesen Streich gespielt. Der Landwirth legt sich für die heißen Sommertage einen kühlenden Trank in den frischen Keller, zur Vorsorge verspündet er das Faß sorgfältig und dennoch dringt der böse Feind in dasselbe ein und verwandelt den Labetrunk in Essig.

Seine guten, ungemein wohlthätigen, so wie seine hinterlistigen bösen Thaten kann der Sauerstoff aber nicht allein für sich vollführen, er bedarf hierzu einer Gehülfin und dies ist die

Wärme; ohne sie ist er machtlos. Daher kann man einen Körper in der Kälte nach allen Richtungen hin mit Luft umgeben, er wird sich eben so gut halten und nicht zerstört werden, als wenn von demselben die Luft vollkommen ausgeschlossen wird! Um daher im heißen Sommer Speisen und Getränke vor dem Verderben zu schützen, hat man zwei Wege, nämlich die Herstellung kalter Räume, oder den Abschluß von Luft. Der Koch in der Hofküche, der Koch in einem großen Gasthofe legt sein Fleisch, seine Butter u. s. w. in einen mit Eis gefüllten Raum — eine Eisgrube — er verschließt seine zarten Gemüse in einer verlötheten Blechkapsel, deren Inhalt zugleich mit ihr aufgekocht wird, um dieselben nach Verlauf von Jahren mitten im Winter auf die Tafeln zu bringen. Niemand wird sie von frischen unterscheiden können. Der Bierbrauer bedient sich des Eises in seinem Sommerbierkeller, um seinen Gerstensaft nicht sauer werden zu lassen. Der Fleischer hängt sein frisch geschlachtetes Fleisch, seine eben erst gekochten Würste mitten im Sommer in die Sonne und in starken Luftzug, damit das ausschwitzende Eiweis, der Leim schnell eine Kruste über die Oberfläche ziehe, die dem verderbenbringenden Sauerstoffe den Zutritt verwehre; für gleichen Zweck hängt er beide in den Rauch. Der Wundarzt belegt die Wunde seines Patienten mit einem Pflaster, nicht daß dieses dieselbe heile, sondern daß der Sauerstoff nicht zutreten und Zersetzungen (Eiterungen) einleiten möge. Deshalb heilt eine Schnittwunde so schnell, wenn man sie unmittelbar nach deren Entstehen ganz fest zuhält.

Die Abhaltung des Sauerstoffs von kolossalen Elephanten der Vorwelt, die im Eise ander Lena in Sibirien eingefroren waren, ließ diese Tausende von Jahr-Tausenden so unverändert, daß Hunde ihr Fleisch noch fraßen, als sie aus dem Eise ausgescharrt wurden. Diese Unveränderlichkeit des thierischen Körpers hatte lediglich und allein ihren Grund darinnen: daß der Mangel an Wärme den Sauerstoff verhinderte, sich mit dem Wasserstoff, Kohlenstoff, Stickstoff der Haut und des Fleisches zu verbinden.

Diesemnach kann sich der Sauerstoff nur unter Beihülfe der Wärme mit andern Körpern verbinden und aus diesem Grunde ist sein Bildungs- und Zerstörungs-Trieb im Sommer auch am größten.

Bei allen Verbindungen des Sauerstoffs findet Wärmeentwicklung statt, die stets wieder neue Sauerstoffverbindungen hervorruft. Kein Verbindungs-Product des Sauerstoffs kann aber so viel Wärme aufnehmen, als der Körper vor der Verbrennung besaß. Bei jedem solchen Prozesse wird daher Wärme frei; je mehr aber Wärme entwickelt wird, eine desto größere Quantität des Körpers verbindet sich mit dem Sauerstoffe. Der Sauerstoff aber ist ein Gas. Wenn nun der sich mit ihm verbindende Körper auch ein Gas ist, dann geschieht wegen der ungemein vielen Berührungspunkte die Vereinigung plötzlich und die Wärme wird dabei so bedeutend, daß sie als Licht hervortritt. Einen solchen Prozeß nennt man Verbrennung und das sich dabei entwickelnde Licht Feuer.

Jede Verbindung eines Körpers mit Sauerstoff ist daher eine Verbrennung, denn allemal entsteht dabei Wärme, die den Keim des Feuers in sich trägt; eine solche Wärmeentbindung wird daher auch langsames Verbrennen genannt. Die Verbindung des Eisens mit dem Sauerstoffe ist aus diesem Grunde ebensogut ein Verbrennungs-Prozeß, als das Athmen, wobei der Sauerstoff der Luft in die Lungen geführt wird, um den überflüssigen Kohlenstoff im Blute zu verbrennen. Sauerstoff ist daher dasjenige Element, was alles Lebende durch den Verbrennungs-Prozeß wieder zu dem zurückführt, von wo es ausging, welcher also die Pflanzen und Thierleiber zu der Erde zurückführt, aus der sie entstanden.

Beim Schüren eines Feuers muß vor Allem so viel Wärme erregt werden, um etwas luftförmigen Brennstoff zu bilden. Hierzu sucht man leicht Feuer fangende Materialien z. B. Schwamm aus, der vermittelst starker Reibung von Stahl und Stein sich durch einen Stahlfunken entzünden läßt. Auch Phosphor entzündet sich durch Reibung leicht; der Schwefel aber ist ein wohlfeiles und leicht in Gasgestalt zu bringendes Element, welches von jeher und jetzt noch so häufig am Zündhölzchen zur Herstellung von Feuer benutzt wird. Bei seinem Verbrennen erhält man bereits eine gesteigerte Hitze, bei welcher sich dann Stroh, klares trocknes Holz u. s. w. leicht entzünden läßt. Auf diese Weise kann das Feuer einen mächtigen Umfang erhalten, man darf nur dafür sor-

gen, daß stets Materialien zugeführt werden, die sich bei Anwesenheit von Sauerstoff in Gase umwandeln.

Zur Unterhaltung eines Feuers ist daher Sauerstoff, Brennstoff und Wärme nothwendig; dasselbe wird um so lebhafter brennen, je leichter sich die Brennstoffe in Gasform überführen lassen. Bedeckt man daher ein Feuer und schneidet dadurch den Zutritt der Luft ab, so verlöscht es. Ebenso geht dasselbe aus, wenn nasses Holz zur Fortschürung benutzt und die Gluth noch nicht groß genug ist, um letzteres sogleich dabei zu trocknen. Dieses Verlöschen rührt daher, daß durch die Verdunstung des Wassers im nassen Holze eine zu große Menge von Wärme gebunden wird, die zum Brennen nothwendige hierdurch also absorbirt wird. Ein schwaches Feuer auf einer kalten Steinplatte verlöscht ebenfalls bald, weil ihm von dieser die Wärme entzogen wird.

Während des Brennens muß jeder feste Körper in Gas umgewandelt werden, wenn Verbrennung erfolgen und sich fortsetzen soll. Um daher Licht und Wärmematerial zum leichten Weitertransporte zu erhalten, verbrennt man Feuerungsmaterial in verschloßenem Raume und fängt die Gase, in welche jenes zerlegt wird, auf. Dieselben lassen sich dann sowohl zur Beleuchtung, als zur Beheizung in Kochapparaten benutzen und werden Leuchtgase genannt. In der Technik sind Kohlenstoff und Wasserstoff die kräftigsten Brennmaterialien und finden sich dieselben sowohl im Holze, als in den Steinkohlen vereinigt; beide in gehöriger Mischung geben bei der Verbrennung mit Sauerstoff ein schönes Licht, wie im Leuchtgase, im Fett, im Oele, in der Butter u. s. w., während der Wasserstoff für sich nur ein bläuliches mattes Licht ausgiebt. Da nun der Wasserstoff im Wasser einen Hauptbestandtheil ausmacht, der Sauerstoff aber die Verbrennung jenes, mit welchem er in Wasser vereinigt ist, so ungemein begünstigt, so ist es scheinbar ein Widerspruch: daß man das Feuer mit Wasser löscht; allein hier waltet ein anderes Gesetz vor. Jeder Körper, der aus dem festen in den flüssigen, der aus dem flüssigen in einen tropfbaren Zustand übergeht, bindet eine große Menge von Wärme, um sie bei dem Aufgeben dieses Zustandes wieder abzugeben. Gießt man nun Wasser ins Feuer, so verwandelt sich dasselbe in Dampf und das

Feuer erlöscht durch allzugroße Abgabe von Wärme an den Dampf.

Wasser leistet jedoch zum Verlöschen von Feuer nur so lange gute Dienste, als letzteres noch nicht einen zu großen Umfang und eine zu große Intensität (vielleicht Weißgluth) erlangt hat. Ist letzteres der Fall, dann wird das Wasser zersetzt und seine Anwendung ist dann schlimmer, als wenn man Oel in die Flamme gösse. Bei sehr großen und lange anhaltenden Bränden haben wir zuweilen die Erscheinung: daß mit Wasser beim Löschen nichts mehr auszurichten ist.

Durch das hier Angegebene bekommen wir übrigens Fingerzeige über die einstige Verwendung des Wassers als Heizmaterial. Wenn bei dem großen in der Erde noch niedergelegten Steinkohlenreichthum, welcher als Gradmesser der Billigkeit unserer Brennmaterialien zu betrachten ist, im Augenblicke auch noch nicht an die Zerlegung des Wassers und die Benutzung der Wärme dessen Wasserstoffs zu denken ist, so liegt für das Menschengeschlecht der Zeitraum doch nicht allzufern, wo derselbe als Brennmaterial in Haushaltungen, in den Gewerben und der Industrie benutzt werden wird.

Weiter oben beim Lichte hatten wir zu sehen Gelegenheit: daß dasselbe die Kohlensäure in den grünen Pflanzentheilen, namentlich den Blättern zerlege, die alsdann den Sauerstoff, jedoch nur bei Anwesenheit von Lichtstrahlen ausscheiden. Allein nicht sämmtlicher Sauerstoff tritt sogleich nach Außen, sondern er sammelt sich in den Intercellulargängen an und entweicht von da aus zum Theil durch die Seitenporen. Der Lauf dieses Sauerstoffstromes im Innern der Pflanze ist ein sehr bemerkenswerther, er geht nämlich beständig von den Blättern nach den Wurzeln und läßt sich dies leicht durch einen Versuch nachweisen. Wenn man den mittleren Theil eines Stengels von Potamogeton in kohlensäurehaltigem Wasser horizontal der Sonne aussetzt, so sieht man nach einigen Augenblicken aus dem Wurzelabschnitte des Stengels Gasblasen sich entwickeln, während diese am andern Ende unbedeutend und in gewissen Fällen gar nicht zu bemerken sind. Dieser Versuch giebt, man mag dem Stengel irgend welche Lage geben, unverändert stets dasselbe Resultat.

Es läßt sich demnach nicht bezweifeln: daß ein Sauerstoffstrom von der Spitze des Stengels nach den Wurzeln hinströmt. Diese genau festgestellte Erscheinung muß jedenfalls einen besondern Zweck haben und wir wissen ja aus der Pflanzenchemie: daß nicht alles was die Pflanzenzelle von Außen zugeführt bekommt, sie in ihr eigenes Gewebe umzuwandeln vermag; es bleibt noch ein Ueberschuß von Stoffen zurück, den sie nicht unterzubringen weiß, der daher wieder entfernt werden muß, damit er den Funktionen des Lebens nicht störend in den Weg tritt. Zu diesem Zwecke bedient sich die Pflanzenzelle eines durchgreifenden Mittels: was ihr nicht ansteht, was sie zu ihrem Lebensprozesse nicht gebrauchen kann, das verbrennt sie d. h. sie nimmt von dem überschüssigen in ihr circulirenden Sauerstoff und verändert die Körper in der Weise, daß sie sie in Kohlensäure und Wasserdampf, die unsichtbar entweichen, umwandelt, während nur die unverbrennbaren Bestandtheile, die Erden und Salze zurückbleiben, die wir in der Asche wiederfinden.

Um diese überschüssigen und deshalb schädlichen Substanzen zu verbrennen, muß die Pflanzenzelle aus der Luft Sauerstoff in sich aufnehmen, sie kann daher auch nur in einer Atmosphäre gedeihen, welche Sauerstoff enthält, die atmosphärische Luft muß sie daher von allen Seiten umgeben. Stellt man sie in einen Raum, gefüllt mit Stickstoff oder Wasserstoff, so ist die Zelle nicht mehr im Stande, ihre abgenutzten und unbrauchbaren Stoffe zu entfernen, es wird dadurch der Lebensprozeß ins Stocken kommen und die Zelle und zuletzt die ganze Pflanze ersticken. Es findet hier also ein ähnlicher Athmungsprozeß wie bei Menschen und Thieren statt. Selbst die ungemein einfachen und mikroskopisch kleinen Pflanzenzellen, die Bacillaren u. s. w. müssen Sauerstoff aus dem Wasser aufnehmen. Sie sterben ab, wenn man den Zutritt der atmosphärischen Luft zu ihnen verhindert. Sie sind selbst so empfindlich, daß, wenn man ein Glas, in welchem man sie nach Hause trägt, fest verkorkt, sie auf dem Wege absterben.

Die Aufnahme von Sauerstoff, um die überflüssigen Stoffe in den Pflanzenzellen zu verbrennen, so wie das hiervon abhängige Ausathmen von Kohlensäure, welche das Verbrennungsproduct

dieser Stoffe ist, bezeichnet man als Respiration der Pflanzenzelle. Sie ist ihrem Wesen nach ganz mit dem Athmungsprozesse der Thiere übereinstimmend und äußert sich in allen Pflanzenzellen. Daher findet zwischen der Atmosphäre und den Pflanzenzellen eine ununterbrochene Wirkung statt, die jedoch in ganz verschiedener Weise vor sich geht, je nachdem das Sonnenlicht auf jene einwirkt oder nicht. Im Sonnenschein nehmen die grünen Zellen Kohlensäure auf und hauchen Sauerstoff aus, bei trübem Wetter dagegen entziehen sie der Atmosphäre Sauerstoff und athmen Kohlensäure aus. Bei Sonnenschein verbessern daher die Pflanzen die Luft auf doppelte Weise, indem sie die gefährliche Kohlensäure aus derselben entfernen und indem sie ihren Gehalt an Sauerstoff vermehren. Des Nachts verderben die Pflanzen die Luft, da ihr Athmungsprozeß gerade in umgekehrter Weise von statten geht; deshalb ist am Tage der Aufenthalt im Walde bei weitem gesünder, als des Nachts.

Bis zu einer gewissen Gränze läßt sich die Lebendigkeit des Wachsthums der Pflanzen messen durch die Sauerstoffmenge, welche sich bei der Vegetation entwickelt. Bei den Wasserpflanzen aber hört die Ausscheidung des Sauerstoffs, die Zersetzung der Kohlensäure in den grünen Theilen auf, wenn die Salze fehlen, die in den natürlichen Gewässern enthalten sind.

Wie ungemein vorsorglich der Schöpfer des Weltalls mit dem Begründer und Zerstörer alles Lebendigen zu Werke ging, wie also das thierische und pflanzliche Leben auf der Erde der Zahl nach noch wachsen kann, dies sehen wir an der außerordentlichen Masse von Sauerstoff, die lediglich und allein nur mit dem Stickstoffe unserer Luft gemengt ist, um die Atmosphäre zu bilden. Letztere enthält circa 2,551,586 Billionen Pfund Sauerstoff, der jährliche Verbrauch desselben durch das Athmen aller Menschen und Thiere und durch sämmtliche Verbrennungs-Prozesse beträgt $2\frac{1}{4}$ Billionen Pfund, oder noch nicht den Zehntausendsten Theil der Gesammtmasse. Bedenken wir nun, daß der Sauerstoff stets durch die Zerlegung der Kohlensäure mittelst der Sonnenstrahlen in den grünen Theilen der Pflanzen wieder hergestellt wird, so ist für die Unendlichkeit genug dieses Elements auf unserer Erde vorhanden.

Wasserstoff, so wie dessen Verbindung mit Sauerstoff zu Wasser.

Der Wasserstoff ist eine Gasart, welche in reinem Zustande vollkommen farb- geruch- und geschmacklos ist. Vom Sauerstoff und Stickstoffe unterscheidet sich derselbe durch seine Leichtigkeit und Entzündlichkeit, denn er verbrennt an der Luft, wenn er angezündet wird.

Der Wasserstoff läßt sich leicht und schnell darstellen, wenn man Zinkblech oder Eisenfeilspäne in eine Flasche schüttet und darüber Schwefelsäure, die mit dem Doppelten ihres Gewichtes Wasser verdünnt ist, gießt. So bald eine ausreichende Menge des Gases sich entwickelt hat, um die gewöhnliche Luft vollkommen aus dem Gefäße entfernt zu haben, verschließt man die Oeffnung des letzteren mit einem genau passenden Korke, durch welchen man ein Stück eines irdenen Pfeifenrohres, oder eines Leuchtgasbrenners gesteckt hat; der sich durch die feine Oeffnung entwickelnde Wasserstoffstrom kann dann mit einem brennenden Spane entzündet werden und brennt alsdann mit sehr bleicher, kaum sichtbarer Flamme. Hält man über dieselbe ein vollkommen trocknes und kaltes großes Glas, so wird sich alsbald die innere Seite desselben mit einem feinen Thau beschlagen, welcher nach und nach in kleine sichtbare Kügelchen zusammenrinnt und endlich in der Gestalt von reinen Wassertropfen niederfällt. Dieses Wasser bildet sich durch die Verbrennung des aus der Flasche tretenden Wasserstoffs im Sauerstoffe der Luft, denn während des Verbrennens verbindet sich letzterer mit dem Wasserstoffe und bildet auf diese Weise wieder Wasser. Bei der Darstellung des Wasserstoffs und bei der Entzündung desselben ist große Vorsicht nothwendig, denn

bleibt im Entwickelungsglase etwas Sauerstoff zurück, dann entsteht Knallgas, welches beim Entzünden des Wasserstoffs die Flasche unter furchtbarem Knalle zerschmettert. Der Vorsicht wegen umgiebt man dieselbe mit einem Tuche, so daß nur die Pfeifenrohrspitze frei hervorragt.

Die außerordentliche Leichtigkeit des Wasserstoffs läßt sich schön nachweisen, wenn man das brennende Wasserstoffgas auslöscht und es dann in einen kleinen Luftballon von Fischblase oder Goldschlägerhäutchen strömen läßt, den man an die Gasröhre befestigt. So bald dieser kleine Ballon mit Gas gefüllt ist, wird er rasch emporsteigen und dadurch nicht allein bewiesen: daß Wasserstoff nicht allein leichter ist, als die atmosphärische Luft, sondern auch so viel leichter, daß er noch schwerere Körper mit in die Luft tragen kann. Auf der Leichtigkeit dieses Gases beruht die Möglichkeit, die Luft mit dem Luftballon zu befahren, von welcher eine Nutzen bringende Ausführung nicht ausbleiben kann.

Außer dem Wasser findet sich der Wasserstoff noch in vielen andern Körpern z. B. in allen Vegetabilien, in der Stein-, Braunkohle und dem Torfe, im Oel, im Fette, im Leuchtgase, kurzum in fast allem Brennbaren. Ueberall, wo er in der Luft verbrennt, bildet sich durch seine Vereinigung mit Sauerstoff Wasser, weshalb in allen Fällen, wo eine Verbrennung vor sich geht, Wasser erzeugt wird, das sich in der Regel in Gestalt unsichtbarer Dämpfe in der Luft emporhebt. Der Wasserstoff befindet sich im Gewichtsverhältnisse von 11, 11 zu 88, 88 Sauerstoff im Wasser. Zwischen Luft und Wasser herrscht der bedeutende chemische Unterschied: daß in der erstern die Bestandtheile nur mit einander gemischt, während sie in dem letztern chemisch verbunden sind; wenn daher Sauerstoff und Stickstoff mit einander zu gewöhnlicher Luft vereinigt werden, so behält jedes von beiden seine gasförmige Gestalt und nicht eine einzige seiner Eigenschaften wird aufgehoben, allein so bald Sauerstoff und Wasserstoff sich mit einander verbinden, so verlieren bei dieser Verbindung beide ihre ursprüngliche gasartige Form und ihre sämmtlichen unterscheidenden Merkmale, und zwar nicht allein die physikalischen, sondern auch die chemischen. Das Wasser ist nicht mehr leicht, wie der Wasserstoff und auch nicht mehr brenn-

bar. Ebensowenig vermögen aber auch Körper mehr in ihm zu verbrennen, wie dieses im Sauerstoffe so rasch und unter Ausstrahlung eines so glänzenden Lichtes geschieht. Der Wasserstoff, welcher so leicht brennt und eine so ungemein große Menge von Wärme in sich aufgenommen hat, wird, wie wir bereits beim Sauerstoff angaben, im Verlaufe der Zeiten eine wichtige Rolle im Verbrennungsprozesse spielen und der Mensch wird sich desselben nicht allein zur Darstellung gewöhnlicher Zimmerbeheizungen, sondern auch zur Hervorbringung sehr hoher Hitzgrade bedienen.

Wenn sich Körper chemisch mit einander verbinden, so bilden dieselben stets einen neuen, dessen Eigenschaften von denjenigen Stoffen, aus welchen sie hervorgingen, ungemein verschieden sind. Sauerstoff und Wasserstoff geben hierfür ein überraschendes Beispiel. Wie muß es uns überraschen, zu sehen: daß der so leicht und rasch verbrennende Wasserstoff ein Hauptbestandtheil des Wassers ist, welches wir zum Auslöschen der Flamme benutzen, für welchen Zweck wir gar kein besseres Mittel kennen, und daß zugleich der Sauerstoff, der für das Bestehen der thierischen und pflanzlichen Organismen unentbehrlich ist, Acht Neuntel jener Flüssigkeit bildet, in welcher nur wenige Landthiere länger als 3 bis 4 Secunden und die Landpflanzen ebenfalls nicht lange leben können. Als Gas hat der Wasserstoff alle mechanischen Eigenschaften unserer gewöhnlichen Luft und wie wir sahen, entzündet er sich in diesem Zustande leicht. Wird er mit Sauerstoff gemischt und diese Mischung der Wärme ausgesetzt, so verbinden sich die beiden Gase plötzlich unter einer heftigen Explosion. In der Natur kommt er nur selten getrennt, sondern immer in Verbindungen vor. In Steinkohlenbergwerken, wo er zuweilen im freien Zustande aus der aufgehauenen Kohle austritt, richtet er, wenn er sich mit Sauerstoff mischt und leichtsinniger Weise entzündet wird, die schrecklichsten Verwüstungen unter der anfahrenden Mannschaft an, indem er dieselbe bei seinen furchtbaren Explosionen entweder verbrennt, verschüttet oder erstickt und oft den Sauerstoff einer ganzen Grube zu Wasser verbrennt.

Der Wasserstoff ist in Bezug auf die Pflanzenbildung ebenso wichtig, als der Sauerstoff, indem er, wie der letztere, einer der

Grundstoffe ist, aus denen sie zusammengesetzt sind. Er macht seinen Kreislauf aus der unorganischen Natur durch die Pflanzen hindurch an der Seite des Sauerstoffs, welcher in dieselben eindringend seinen Verbrennungsprozeß nicht allein auf den Kohlenstoff, sondern auch auf den Wasserstoff ausdehnt und dann als Kohlensäure und Wasserdampf wieder aus ihnen ausströmt. Das tropfbarflüssige, den Boden erquickende Wasser, so wie der Wasserdampf der Atmosphäre ist es, welcher der Pflanze den Wasserstoff darreicht. Die meisten Pflanzentheile, Holz, Stärke, Gummi, Zucker, enthalten Wasserstoff und Sauerstoff in demselben Verhältnisse, als sich beide im Wasser vorfinden. Bei ihrer Bildung wird daher aus den dargereichten Nahrungsmitteln, Kohlensäure und Wasser, Alles, mit Ausnahme des entweichenden Sauerstoffs der Kohlensäure, verarbeitet und umgewandelt.

Es sei mir vergönnt, noch einen Augenblick bei denen bis jetzt besprochenen Kräften und Elementen Licht, Wärme, Electricität, Sauerstoff, Wasserstoff zu verweilen. Es umschlingt dieselben ein inniges Band der Brüderlichkeit, keines kann ohne das andere bestehen, denn stets greift eins in die Wirkungen des andern. Ohne Sonnenlicht hätten wir keine Wärme, ohne Wärme könnte der Sauerstoff keine Verbindungen eingehen; ohne Sauerstoff bestände kein Wasser, keine Luft, ohne Luft und Wasser wäre kein Leben vorhanden.

An allen Orten und Enden sucht der Sauerstoff den Körpern das eingesogene Licht, die eingesogene Wärme abzujagen; in rastloser Unruhe strebt er sich mit ihnen zu verbinden, um jene so wohlthuende Kräfte dem Menschen dienstbar zu machen; stets ist er bereit, Ersatz zu leisten, wenn die Sonne vermöge ihrer Stellung entweder kein, oder doch nicht hinlängliches Licht mit Wärme zu spenden vermag. Er ist es daher, der unser Feuer auf der Erdoberfläche hervorruft und unterhält, er ist es, der die Temperatur so zu steigern vermag, daß die schmelzenden Erze wie Wasser zerrinnen, er ist es, mit dessen Hülfe sie in Metall umgewandelt werden. Um sie dem Menschen nutzbar zu machen, schont er sich selbst nicht, nimmt Kohle und Wasserstoff zur Hand und treibt sich aus den Oxyden heraus.

Wasser und Wasserdunst.

Das Wasser, aus 88,9 Sauerstoff und 11,1 Wasserstoff bestehend, ist in drei verschiedenen Zuständen, nämlich als Eis, als tropfbare Flüssigkeit in dem Meere, den Landseeen, den Strömen, Flüssen, Bächen, Quellen und den Wolken, und als Dunst (Wasserdampf) in der Atmosphäre, über die ganze Erde verbreitet. Nur als tropfbare und dunstförmige Flüssigkeit wirkt es günstig auf die Pflanzenwelt, als Eis stört es dieselbe.

Je nachdem es erdige oder salzige Körper aufgelöst enthält, ist es mehr oder weniger rein. Am meisten fremdartige Beimengungen enthält das Meerwasser und die Mineralquellen, reiner sind die Flußwasser, am reinsten das Schnee- und Regenwasser, welch letzteres, wenn es sogleich nach dem Herabfallen aufgesammelt wird, keine andern Stoffe als etwas Staub, etwas Kohlensäure, etwas kohlensaures Ammoniak und Spuren von Salpetersäure enthält, letztere aber nur dann, wenn der Regen bei Gewittern gefallen war.

Wird in der Atmosphäre enthaltener Wasserdunst durch kältere Luft abgekühlt, so verdichtet er sich zu Nebeln und Wolken. Von dieser Verdichtung finden wir in unseren Hauswirthschaften stets Beweise an Fenstern, Wänden und Gefäßen. Tragen wir z. B. aus einem kälteren Raume ein Glas in eine warme Stube, so wird dasselbe trübe; war es sehr kalt, so setzen sich eine Menge kleiner Tröpfchen, die endlich zusammen- und am Glase herunterlaufen, an demselben ab. Die Ursache hiervon liegt in dem Unterschiede der Temperatur der Stube und des Raumes in welchem sich das Glas zuerst befand und es ist hierauf das Gesetz begrün-

det: daß die Luft um so mehr Wasserdunst enthalte, je wärmer sie ist.

Auf diesem Verhältnisse beruht zugleich auch die Ursache der Wolkenbildung, des Regens, des Nebels und des Schnees.

Durch poröse Körper wird der Wasserdunst ebenfalls in Wasser verwandelt, oder er wird von festen und flüssigen aufgesogen. Ganz vorzüglich sind es, außer aufgelockerten Bodenarten, die Pflanzen und unter diesen wieder die Bäume, welche sich als Wassersauger auszeichnen.

Das Wasser läßt sich mit vielen Flüssigkeiten vermischen; es löst eine Menge fester und gasförmiger Körper und bildet mit ihnen eine vollkommen gleichartige, durchsichtige Flüssigkeit. Es nimmt aber bei jeder Temperatur nur eine gewisse Menge derselben auf und ist dann mit diesem Stoffe gesättigt, dabei behält es aber die Fähigkeit von vielen andern zugleich noch welche aufzulösen. Die auflösende Kraft des Wassers steigert sich in der Regel mit der Zunahme der Temperatur desselben und gerade hierinnen liegt die so ungemein günstige Einwirkung auf die Vegetation.

Das Wasser bildet einen Hauptgemengtheil aller Pflanzen- und Thierkörper und findet sich daher in chemischer Bindung fast in allen organischen Stoffen.

Gerade wie das Herz der Sammler und Verbreiter der rothen Flüssigkeit — des Blutes — ist, durch welches lediglich und allein das Leben der Menschen und Thiere erhalten wird, so lange dasselbe in richtiger chemischer Mischung und hinlänglicher Menge die Adern durchströmt, gerade so bedingt das Meer, die großen Landseeen, die Ströme, Flüsse und Bäche durch ihre Verdunstung das Leben und das Wohlbefinden der Thiere und Pflanzen auf dem Festlande.

Nicht vergebens ist daher das Meer zu $\frac{3}{4}$ gegen $\frac{1}{4}$ des Festlandes über unsere Erde verbreitet, nicht vergebens ist letzteres mit einer großen Zahl von Strömen, die sich in Flüsse und diese in Bäche verzweigen, in allen Richtungen durchschnitten, welche ihren Zufluß aus einer unzählbaren Menge allerwärts aus dem Boden hervorbrechender Quellen schöpfen. Nicht vergebens sind im Innern der Continente zahlreiche und oft recht ausgedehnte Land-

seeen verbreitet; nicht vergebens ist die ganze Atmosphäre in überaus großer Menge, sei es in sichtbarer Gestalt als Nebel oder Wolken, sei es unsichtbar als aufgelöster Wasserdunst, mit Wasser geschwängert. Keine Pflanze kann ohne reichliche Zuführung von Wasser leben, sie verkümmert, hat sie desselben nicht genug, sie vertrocknet und stirbt ab, wenn ihr dasselbe fehlt. Schon längst bewiesen die Physiologen: daß die Pflanzen der Erde verschiedene und unter diesen auch feste Stoffe entzögen, die man nach dem Verbrennen in der zurückbleibenden Asche vorfinde. Dasselbe thun die Pflanzen mit gasförmigen und festen Stoffen aus dem der Ackerkrume übergebenen Dünger; woher anders sollte sonst die günstige Einwirkung desselben auf die Gewächse rühren?

Zur Ueberführung dieser gasförmigen, tropfbarflüssigen und festen Nahrungsstoffe dient das Wasser, welches dieselben löst und sie dadurch geschickt macht, von den ungemein kleinen, kaum mit scharfbewaffnetem Auge erkennbaren Sauggefäßen der Wurzeln aufgenommen und in die Pflanze übergeführt zu werden. Bei trocknem Boden liegt eine ausreichende Zuführung durch Wasser nicht in der Möglichkeit, deshalb muß die Erde, in welcher Gewächse gedeihen sollen, beständig feucht sein. Je nach den verschiedenen Gemengtheilen der Ackerkrume wird die Feuchtigkeit mehr oder weniger von derselben zurückgehalten; so groß aber auch die Zurückhaltungskraft ist, so bedarf die Pflanze zu ihrem Wachsthume doch täglich eine zu große Menge von Wasser, welches also eine fortwährende Zuströmung unbedingt nothwendig macht. Diese geschieht nun entweder durch Regen, oder durch Aufsaugung des in so unberechenbarer Menge in der Atmosphäre enthaltenen Wasserdunstes entweder unmittelbar durch den Boden, oder durch die auf ihm stehenden Gewächse, namentlich durch Bäume.

Da die meisten Nahrungsstoffe und unter diesen die festen nur in geringen Mengeverhältnissen und mehrere derselben nur durch vorhergehende chemische Prozesse löslich sind, so muß die Quantität des Wassers, die den Pflanzen täglich durch die Wurzeln zugeführt wird, eine ungemein reichliche sein.

Der Hauptnahrungsstoff, die Kohlensäure, ist im Wasser leicht löslich. Beim Durchgange durch den Boden nimmt daher

letzteres dieselbe zugleich mit ein wenig Ammoniak, Kali, Phosphorsäure, Kieselerde u. s. w. in geringer Menge auf, die Saugspitzen der Wurzeln erfassen die schwache Lösung und führen sie zuerst den äußern, dann den innern Zellen zu. Hier geschieht die Mischung mit dem in den Blättern bereits verarbeiteten Safte und die Pflanze, die gleichsam nur aus Saugapparaten — Zellen — die mit Flüssigkeit von verschiedener Natur in mannigfachen Sättigungsgraden erfüllt sind, besteht, lagert nun die nutzbaren, zur Ausbildung nöthigen Stoffe in um so reichlicherer Fülle ab, je wärmer die Jahreszeit ist und je intensiver das Sonnenlicht auf sie einwirkt. Das reine zurückbleibende Wasser tritt dann in Dunstform wieder in die Atmosphäre, um Nachts mit frischen Zufuhren aus letzterer von Neuem aufgesogen zu werden.

Hauptsächlich sind es die jungen in Entwickelung begriffenen Zellen, in welchen sich die dichtesten Nahrungsflüssigkeiten am reichlichsten vorfinden und ebendahin strömt auch der meiste Saft, um die Pflanze rasch zur Ausbildung zu bringen.

Werfen wir unsere Blicke nach Gegenden hin, wo die Oertlichkeit feuchte Luftströme nicht eindringen läßt, oder wo die Luft ihren Wassergehalt bereits an Gebirge und Wälder abgetreten hat, so zeigt sich: daß wenn die von der Regenzeit her noch vorhandene Feuchtigkeit durch die Einwirkung der Sonne oder durch trockene Winde verschwunden ist, die im frischesten Grüne prangende Vegetation bald in ein düsteres Braun übergeht. Die Gegend wird dann öde und geflohen von allen Thieren.

Es giebt in der heißen Zone und im hohen Norden Gegenden, wo das Wasser ganz fehlt, dort verschwindet aber auch alle und jede Vegetation. Auf viele viele Meilen Wegs gewahrt das Auge dann nicht einmal ein Gräschen. Versetzen wir uns nur nach der Wüste Sahara, in die öden Steppen der Mongolei, in einen großen Theil von Arabien, so werden wir das eben Gesagte bestätigt finden. In warmen Gegenden kann theilweise durch sorgsame Zuführung von Wasser aus vorhandenen Flüssen und Bächen eine große Fruchtbarkeit — in solch dürren Steppen — erzielt werden und haben es in Bezug hierauf die Chinesen sehr weit gebracht, indem sie nicht allein ihre Reisfelder überrieseln,

sondern auch ihre Bodenflächen, auf denen Cerealien erzogen werden, vor der Aussaat bewässern. Auch die Bewohner Oberitaliens bedienen sich der Alpengewässer zur Befruchtung ihrer Felder und haben jenen den Haupttheil an deren schwelgender Fruchtbarkeit zu verdanken. Allein dies sind nur Einzelheiten und es ist und bleibt außer dem Regen der Wasserdunst der Atmosphäre die wirksamste Quelle für das Wachsthum und Gedeihen aller Vegetabilien.

Ohne beide würde die Erde nur eine große Wüste darstellen, denn nur durch Wasser können die Bestandtheile jener gelöst werden. Ohne diesen Lebenssaft wäre Alles starr, keine Blume, keine Frucht könnte unser Auge, unsere Geruchsnerven, unsern Gaumen ergötzen und laben. Da, wo es selten und deshalb so sichtbar als Erhalter des Pflanzen- und Thierlebens hervortritt, da weiß man es aber auch zu schätzen. Mit welchem Pompe, mit welch religiös erhabener Feierlichkeit werden die steigenden Fluthen des Nils in Aegypten begrüßt! Wie gläubig verehrten die alten Indier ihren Wassergott Wischnu, den sie sich in einem Paradiese schlafend dachten, während der 4 Monate langen Regenzeit!

Um die Gewinnung und das Gedeihen der Brodfrüchte dreht sich das Gesammtleben aller civilisirten Volksstämme. Mit ebenso gesteigerter Freude, mit ebenso bangen Erwartungen beobachten sie das Wachsthum derselben. Das Menschengeschlecht müßte aussterben, träte eine Stockung in der Zuführung des Wassers durch Regen und Wasserdunst in unserer Atmosphäre ein. Kein Saamenkorn würde mehr keimen, kein Keim sich zur Blatt- und Halmbildung erheben. Wo läge dann eine Körnerbildung in der Möglichkeit?

Wie groß die Quantität Wasser ist, welche die Pflanzen zu ihrem Wachsthume bedürfen und wie dasselbe hauptsächlich in Dunstform in die Pflanzen übergeführt wird, dies wollen wir hier durch ein Beispiel erläutern.

Man säete Hafer in ein Gefäß von 1 □Fuß Oeffnung, stellte dasselbe vor Regen geschützt auf eine Wage, berechnete, wie viel Wasser täglich durch Verdunstung beim Wachsthume verloren ging und fand nach vielfach fortgesetzten Versuchen: daß auf einem

mit Pflanzen bestandenen Acker von 40000 Quadrat-Fuß Flächengehalt, während der 4 Monate, wo die Vegetation am lebhaftesten ist, 3 Millionen Pfund Verdunstungswasser aufgehen; so daß also die auf einem Quadrat-Fuß Flächenraum lebenden Pflanzen täglich 20 Loth Verdunstungswasser verbrauchen.

Die Niederschläge, welche wir bei unsern klimatischen Verhältnissen durch Regen des Jahrs über zugeführt bekommen, betragen:

für Göttingen	24,9	Zoll.
„ Berlin	19,6	„
„ Karlsruhe	25,5	„
„ Tübingen	24	„
„ Regensburg	21	„
„ Augsburg	36,7	„
„ Prag	15,4	„
„ Wien	16	„

Im Durchschnitte fällt daher in diesem Bezirke eine Regenquantität, die gleich der Höhe einer Säule von $22\frac{3}{4}$ Zoll ist.

Nehmen wir nun an, daß durch raschen Abfluß bei starkem Regen und durch Verdunstung in den übrigen 8 Monaten über die Hälfte aus dem Boden verschwindet, so bleibt für die angenommene Vegetationszeit von 4 Monaten eine Wasser-Quantität von circa 10 Zoll Höhe und müssen daher täglich mindestens noch 9 Loth Wasser aus dem Dunste der Atmosphäre denen auf einem Quadrat-Fuß wachsenden Hafer-Pflanzen zugeführt werden.

Bei weitem großartiger gestaltet sich diese Zuführung aber bei größeren Gewächsen, namentlich bei Bäumen. Nehmen wir einen solchen, der wegen seiner schwellenden Laubfülle mindestens gleichviel Verdunstungswasser auf gleichem Flächenraum verbraucht, zum Beispiele.

Gesetzt derselbe beherrsche eine Fläche von 700 Quadrat-Fuß als Auffaugungsraum, so würde er während seiner 7monatlichen Vegetations-Periode ein Wasserquantum von 93518 Pfund in Anspruch nehmen. Durch Regen wird ihm in dieser Zeit aber nur circa 40000 Pfund übergeben, und er hat daher über 50000 Pfund Wasser aus dem Dunste der Atmosphäre aufzusaugen.

Wir haben bei der Wirkung des Sonnenlichtes auf die Vegetation in Erfahrung gebracht: daß wenn im Sommer die Atmosphäre stark mit Regenwolken gefüllt ist, die Zerlegung der Kohlensäure durch die Sonnenstrahlen nicht so vollkommen und nicht so rasch vor sich zu gehen vermag, als bei klarem heiterem Himmel. In der Abhandlung über den Stickstoff sahen wir aber: daß sich bei höheren Temperaturgraden das zum Gedeihen der Pflanzen unumgänglich nothwendige Ammoniak in größerer Menge zu bilden vermöge und daß sich hieraus bessere Fruchterträgnisse ergeben. So eben ersahen wir aber: daß durch den in unserer Atmosphäre verbreiteten Dunst eine ungemein große Wassermenge in die Pflanzen übergeführt wird. Unbedingt ist letztere Ueberführungsweise dem Regen vorzuziehen, denn derselbe kann nur aus einem stark bewölkten Himmel herabfallen, bei dem die Sonnenstrahlen nicht erregend und zerlegend auf die Vegetabilien einzuwirken vermögen.

Außerdem erniedrigt sich bei anhaltendem Regenwetter auch die Temperatur. Es werden daher durch beide ungünstige Umstände nicht allein zwei Hauptagenten des Pflanzenlebens, Licht und Wärme in ihrer Wirkung bedeutend geschwächt, sondern überdies noch die Ammoniakbildung vermindert.

Daß bei besonders günstigen Jahren, wo die Atmosphäre viel Wasserdunst aufgelöst enthält, die Zuführung von Wasser in die Pflanzen durch jenen lediglich und allein, auch ohne Regen bewirkt werden kann, davon haben wir auch bei uns zuweilen Beispiele. Im Jahre 1811 wurde an manchen Orten Gerste gesäet und eingescheuert, ohne daß ein Tropfen Regen auf sie gefallen wäre, und dennoch war in jenem Jahre sowohl der Körner- als Stroh-Ertrag ein sehr gesegneter.

Weiter oben berührten wir bereits, was das Wasser für einen eigenthümlichen Kreislauf vom Meere durch die Luft zur Erde und umgekehrt von hieraus wieder zum Meere nehme. Die Sonne, das allbelebende Prinzip, zieht mit Leichtigkeit den Dunst aus demselben auf, läßt ihn in kälteren Regionen der Luft entweder zu Wolken gerinnen, die gewaltige oder sanfte Winde über alle Länder verbreiten, um sie als Regen, Schnee und Nebel auf sie niederzulassen, oder er wird als perlender Thau von der Erde und

den Gewächsen begierig aufgesogen. Hastig verschlingt die Mutter-Erde diesen Labetrunk, in Tausend und aber Tausend Rieselchen treibt sie ihn herum, in feine Gebirgsspalten schiebt sie ihn ein, um ihn gekühlt und gereinigt als sprudelnde Quelle, zur Labung von Menschen, Thieren und Pflanzen, von Neuem auf der Erde erscheinen zu lassen. Die Quellen gestalten sich zu Bächen, die Bäche versammeln sich zu Flüssen, die Flüsse zu Strömen und diese tragen das Wasser in das unendlich große Becken, von wo aus sich dieser Kreislauf ewig erneut.

Zwischen dem Wasser, dem Sauerstoffe und Wasserstoffe, dem Sauerstoffe und Kohlenstoffe findet ein ununterbrochener Kreislauf statt. Beim Athmen, beim Verbrennen vereinigen sich Wasserstoff und Sauerstoff zu Wasser, beim Vegetationsprozesse wird Wasser, wird Kohlensäure zerlegt. Ist Wasserstoff und Sauerstoff wieder zu einer Flüssigkeit vereinigt, dann beginnt der große Kreislauf von Neuem, durch den es leicht möglich wird: daß wir im Augenblick einen Theil desjenigen Wassers trinken, von welchem Moses bereits in der Wüste trank, daß unsere Kinder mit einem Theile desjenigen getauft werden, mit dem Johannes am Jordan taufte. Die Natur kennt keine Vernichtung, stets wird das körperlich Zerlegte von Neuem wieder zusammengesetzt und nicht das geringste Stäubchen geht verloren.

Die Gipfel der Gebirge erscheinen oft wochenlang in Wolken eingehüllt, die anscheinend ruhig über ihnen hängen, allein auch in ihnen ist stets Bewegung, sie entfernen sich, werden aber in den naheliegenden warmen Luftschichten sofort wieder aufgelöst. Im Gebirge selbst lassen sie aber stets Feuchtigkeit, Regen oder Schnee, niederfallen. Alle Gebirge ziehen auf diese Weise große Massen von Feuchtigkeit aus der Luft, um sie als Quellen, Bäche und Flüsse nach dem vorliegenden flachen Lande auszusenden. Je bewaldeter die Gebirge sind und je mehr Saugfähigkeit ihre Gesteine in Bezug auf das Wasser besitzen, um so bedeutender werden die Niederschläge sein. So sind z. B. Basalte, Diorite und andere Gebirgsarten von ähnlicher Zusammensetzung starke Wassersauger. Deshalb finden wir dieselben nicht allein so häufig in Nebel eingehüllt, sondern an ihrem Fuße auch zahlreiche und starke Quellen.

Eine Hauptrolle spielen aber die Waldungen bezüglich der Auffaugung von Wasserdunst. Sie bewirken dies nicht allein durch die Auflockerung des Bodens vermittelst der Aussendung einer bedeutenden Zahl stärkerer und schwächerer Wurzeln, sondern auch durch eine große Zahl kleinerer Gewächse, namentlich der Moose, die unter ihrem schattigen Dache, selbst an steilen Wänden, den raschen Abfluß der sich aus der Atmosphäre niederschlagenden Gewässer verhindern; überdies verhüten sie das leichte Eindringen der Winde, welche die Feuchtigkeit so leicht zerstören, und mäßigen durch ihr schützendes Laubdach die einströmende Wärme. Die Sonnenstrahlen, durch jenes aufgehalten, können ebenfalls nicht auf die Bodenfeuchtigkeit einwirken.

Die Wurzeln der Bäume senden das Wasser durch den Stamm, die Aeste und Zweige in die Blätter, von welchen es bei Tage wieder in die Atmosphäre ausgehaucht wird. Hierdurch erhält sich die Luft in den Wäldern stets feucht und der Thau ist daher für sie und die umgebenden Felder in reichlicherer Menge vorhanden, als auf waldlosen Feldflächen.

Ungemein günstig auf die Zurückhaltung von Luftfeuchtigkeit wirken auch die Humus- und Humussauren-Verbindungen, welche in großer Reichhaltigkeit über gut bestandene Waldungen verbreitet sind. Diese saugen das atmosphärische Wasser wie ein Schwamm in großer Fülle auf und geben es nicht früher ab, bis bei größerer Wärme im Sommer die Zerlegung dieser Verbindungen — welche ungemein günstig auf das Wachsthum der Pflanzen einwirken, zumal wenn die Säuren neutralisirt werden, — vor sich geht. Bei dieser Zerlegung bildet sich eine große Menge von Kohlensäure. Das an den Humus gebundene Wasser wird frei, nimmt einen Theil der Kohlensäure auf und führt ihn in die Vegetabilien über, einen kleinen Theil derselben reißt es aber mit unter die Erde, der mit dem Quellwasser vermischt demselben das köstlich Erfrischende ertheilt.

Alle Bedingungen zur Bildung von atmosphärischen Niederschlägen treffen daher über bewaldeten Flächen zusammen, während sie den unbewaldeten fehlen. Das Abtreiben großer Wälder ist daher mit Vorsicht vorzunehmen, indem dadurch ausgedehnte

Feldflächen unfruchtbar gemacht werden; denn selbst wenn über solche Gegenden mit Wasserdampf gesättigte Luft und Wolken streichen, kann aus denselben dennoch so leicht ein Niederschlag nicht erfolgen, vielmehr werden die Wolken, wenn sie sich auch herabsenken, in diesen warmen Regionen wieder aufgelöst, denn warmer trockner Boden stößt die Feuchtigkeit ab. Wo aber die Temperatur durch den Einfluß der Wälder gemildert und die Luft durch das ununterbrochen verdunstende Wasser ohnehin mit Feuchtigkeit reichlich geschwängert ist, wird sie durch die herabsteigende Wolke vollkommen gesättigt und die Folge davon ist ein erfrischender Regen. Das alte Sprichwort, Wälder ziehen den Regen an, ist daher eben so richtig, als daß es im Gebiete großer Ströme häufiger regnet. Ebenso hört man häufig sagen: die Gewitter sind in dieser oder jener Gegend viel seltener geworden, und hängt auch dies von der Abholzung größerer Wald-Bezirke, Entsumpfungen von Morästen und Trockenlegung großer Teiche ab.

Beobachten wir bei regnerischer Witterung einen Gebirgszug aufmerksam, so nehmen wir wahr: daß sowohl die Wolken als der Regen und die Gewitter seiner Kette folgen. Nach langer Trockenheit ist dies unverkennbar.

Der Regen tritt dann erst in die Ebene über, wenn das Gebirg gehörig gesättigt ist. Es hat dies seinen Grund darinnen: daß in der feuchteren Atmosphäre, welche über das Gebirg und denen über dasselbe ausgedehnten Waldungen verbreitet ist, die Regenbildung ungemein begünstigt wird. Entfernet sich eine Wolkenparthie von demselben und tritt hinüber in eine ausgetrocknete wärmere Ebene, so wird sie durch die dort befindliche Wärme in Wasserdunst aufgelöst und dauert dies so lange, bis sich auch dort die Luft mit einer ausreichenden Wassermenge geschwängert hat.

Wir sahen: daß die unendliche Zahl von Zellen in den Blättern, den Zweigen, dem Holze und den Wurzeln der Bäume die Ursache der großen Saugfähigkeit für den Wasserdunst sei; wir sahen: daß die Moose, der Humus, die Humussauren Verbindungen in den Wäldern das Wasser zurückhielten und schrieben diese Erscheinung dem Nichteindringen von Winden, von Wärme von Sonnenstrahlen in dieselben zu. Wenn hieran auch etwas

Wahres ist, so hat die selbst bei trockener Witterung anhaltende Feuchtigkeit der Wälder doch einen andern Grund.

So stark und kräftig nämlich die Bäume mit ihren vielen Zellen auch die Wassersaugung bewirken, so werden sie darinnen doch vom aufgelockerten Erdreiche übertroffen, so lange dasselbe nicht zu sehr ausgetrocknet, also kühl gehalten ist und eine günstige Mischung mit Thonerde in ihm stattfindet. Die Auffaugung von Wasserdunst wird daher durch die Blätter der Bäume des Nachts erregt und durch die Zweige, Aeste, den Stamm und die Wurzeln in den lockern durch Winde stets in diesem Zustande erhaltenen Boden fortgesetzt. Derselbe bildet dann ein Reservoir, aus welchem des Tags über nicht allein die Pflanze ihr bedeutendes Quantum von Wasser zur Ueberführung und Ausbildung der erforderlichen Nahrungsstoffe, sondern aus welchem auch ein großer Theil zur Quellenspeisung entnommen wird. Daß Waldungen mit ihren Bäumen beides bewirken, dies wollen wir uns an einem Beispiele deutlich zu machen suchen.

Wir finden, und zwar gerade zu der Zeit, wo das vegetative Leben bei den Bäumen sehr hoch steht, wo also sehr viel Wasser für sie nöthig ist, den geringsten Niederschlag durch Regen aus der Atmosphäre. Nehmen wir nun das früher beregte Beispiel: daß ein Baum, der eine Bodenfläche von 700 Quadrat-Fuß beherrscht, für eine 7monatliche Vegetationszeit 93518 Pfund Wasser verbraucht; nehmen wir gleichzeitig an: daß es in der warmen Jahreszeit oft länger als 4 Wochen nicht regnet, so müßte, bei dem starken Wasserverbrauche des Baumes, der Boden um seine Wurzeln herum so von Feuchtigkeit entblößt werden, daß nicht allein ein Absterben desselben, sondern daß auch die Vertrocknung der in seiner Nähe befindlichen Quellen — es versteht sich dies nur von einer größeren Waldung — die Folge sein würde. Der Wasserverbrauch besteht für diesen Fall auf die angegebene Zeit aus 13000 Pfund und trotzdem bleibt dessen Umgebung, bleibt das über seinen Wurzeln wachsende Moos fast eben so feucht, als bei Regenwetter, ja es behalten sogar die Quellen dasselbe Wasserquantum bei; da nun dem Boden in dieser langen Zeit kein Regen, ja nicht einmal Thau zufloß, — denn in dichten Waldungen finden

wir den Boden niemals bethaut, wenn sich die Spur des Wasserdunstes auch noch so reichlich auf dem Blätterdache der Bäume niederließ, — so dürfen wir mit Sicherheit annehmen: daß die Bäume lediglich und allein dem Boden die ungemein große Menge von Wasser aus dem Dunste der Atmosphäre zuführen. Daher finden wir auch die Mooſe in dichten Waldungen in den trocknen Sommermonaten fast ebenso feucht, als bei Regenwetter, während im Herbste, wo der Laubschmuck der Bäume gefallen, die vermittelnde Auffaugung also aufgehört hat, trotz der feuchteren regnerischen Witterung dasselbe oft trockner, als in jener Zeit ist.

Die Bäume mit ihren weit ausgebreiteten Aesten, mit ihren hoch in die Luft tretenden Gipfeln sind daher gleichsam als Saugmaschinen für den umgebenden Boden, zugleich aber auch als Speiser der Quellen in der warmen Jahreszeit anzusehen, sie sind die Sammler und Zuführer der Feuchtigkeit, ohne welche unsere Culturpflanzen nicht bestehen können. Je mehr daher eine Gegend mit recht kräftig bestandenen Waldungen versehen ist, desto reichlicher werden deren Quellen, desto größer aber auch ihre Fruchtbarkeit sein. Großer Wasser- und Waldreichthum wirkt aber auch auf das Klima zurück und wir sehen nach Abtreibung bedeutender Waldungen nicht allein viele Quellen und Bäche versiegen, so daß man öfters auf Grundmauern von Mühlen trifft, wo jetzt nur eine trockene Bachrille liegt, sondern auch viele Flußgebiete haben viel weniger Wasser. In manchen Bezirken Deutschlands wurden in früheren Zeiten, wo die Waldungen noch üppiger wucherten, gute Weine gebaut, wo jetzt die Traube in den besten Jahren nicht mehr reift; außerdem hören wir noch vielfach die Klage: daß die Körner-Erträgnisse in manchen Feldbezirken gesunken seien.

Mit Sicherheit kann man daher den größten Theil der Schuld den Lichtungen der Waldungen zuschreiben. Wie vermindernd dieser Umstand bereits in Amerika einwirkt, sehen wir aus Berichten der Vereinigten Staaten, wo z. B. in Neu-England im Jahre 1840 sich die Weizenerzeugung noch auf 1,126,000 Scheffel belief, während sie 1850 auf 675,000 herabgesunken war. Dort wandert der Weizenbau immer weiter nach Westen, wo die Farmer mit der

Art dem Urwalde ein frisches Stück Land abgewinnen und ihren Pflug mühsam zwischen den Stöcken riesiger Bäume hindurchführen; dagegen wird der Neu-Engländer gezwungen, ganz andere Früchte zu cultiviren.

Großer Ueberfluß an Wasser in einem Lande, zahlreiche Landseeen, Teiche, Sümpfe und Moorgründe, ausgedehnte Waldungen, die die atmosphärischen Gewässer anziehen und zurückhalten, um sie allmählig auf dem Wege der Verdunstung in die Luft zu zerstreuen, äußern wie das Meer ihren Einfluß auf das Klima. Durch das Austrocknen von Sümpfen und das Lichten der Wälder geht, wie wir bereits sahen, eine große Menge von Verdunstungswasser verloren und die Bodenfläche wird der unmittelbaren Einwirkung der Sonne ausgesetzt; die Temperaturgränzen rücken dadurch mehr und mehr auseinander, die Sommer erhalten zwar wärmere Tage, die Herbste dagegen kühlere und die Winter werden kälter, ohne daß dadurch eine Aenderung in der Gesammt-Einwirkung der Sonne einträte. Die nach und nach erfolgte Umwandlung des Klimas vieler seit Jahrtausenden bewohnten Gegenden erklärt sich dadurch vollkommen. Wir sehen dies an Aegypten. Wäre jenes Land mit Waldungen überdeckt, so würden häufigere atmosphärische Niederschläge, ein gemäßigteres Klima und vermehrtere Fruchtbarkeit der Theile, die von der Ueberschwemmung des Nils verschont bleiben, daselbst getroffen werden. Jetzt schwankt dort die Temperatur zwischen 9 und 47°, die Sonnenhitze würde bei weitem nicht so unerträglich, der Weinbau würde daselbst wieder zu derselben Höhe wie vor 3000 Jahren zu bringen sein, wären große Waldungen vorhanden. Marmont erzählt: daß in Ober-Aegypten noch vor 80 Jahren ziemlich häufig Regen fiel. Seitdem aber die Araber die Bäume auf den Bergen an der Gränze des Nilthales, gegen Libyen und Arabien hin, ausrodeten, hörten die Regen auf und die Wiesen wurden zu öden Steppen. In Unterägypten hat man Gelegenheit die umgekehrte Erscheinung zu beobachten. In Kairo regnete es noch zu Anfang dieses Jahrhunderts höchst selten; in Alexandrien vom November 1798 bis in August 1799 nur ein einzigesmal eine halbe Stunde lang. Seitdem aber der Pascha viele Millionen von Bäumen hat an-

pflanzen lassen, ergeben sich dort jährlich 30 bis 40 Regentage und im Winter regnet es oft 5 bis 6 Tage hinter einander.

Die Abholzungen waren jedenfalls in Cypern und Griechenland, waren in Syrien und in den jetzt ausgedorrten Hochebenen Kleinasiens und Persiens die Ursache von dem veränderten, rauheren Klima, waren die Ursache von der so außerordentlich herabgezogenen Fruchtbarkeit. Spanien, ja sogar Frankreich verspüren bereits die nachtheiligen Folgen, welche die Ausrodung großer Wälder im Gefolge hat, indem durch sie die hauptsächlichsten Bedingungen entfernt werden, von welchen die Feuchtigkeit der Luft und des Bodens, also die wichtigsten Förderer der Fruchtbarkeit abhängen.

Deshalb kann gerade in der jetzigen Zeit, wo die Drainage in Deutschland so sehr in Aufnahme kommt, sowohl den hohen Staatsregierungen, als den Privaten, der Anbau von Waldungen und einzelnen Bäumen nicht genug empfohlen, kann nicht genug auf die Nachtheile, welche das vermehrte Abtreiben derselben auf die Fruchtbarkeit ganzer Gegenden übt, aufmerksam gemacht, kann auf die sorgfältige Klärung und Auflockerung der Felder nicht genug hingewiesen werden.

Wir haben in Deutschland noch große Feldflächen, Bergkuppen und Rangen in Unzahl öde liegen, die als Wald- die als Obstanlagen bedeutende Capitalien ertragen würden, abgesehen davon: daß sie durch ihre vermehrte Wassersaugung die Fruchtbarkeit der in der Nähe gelegenen Getreidefelder erhöhen, namentlich wenn mehr und mehr feuchte Felder der Drainage unterstellt werden.

Das Anpflanzen von Bäumen kann daher, wie bereits bemerkt, nicht warm genug befürwortet werden, denn je feuchter an sich selbst schon die Erde ist, desto leichter wird von ihr Wasserdunst aus der Atmosphäre aufgenommen: desto mehr nähern sich ihr die Wolken und lassen durch gehörige Sättigung ihr Wasser als Regen fallen. Je trockner sie dagegen wird, desto mehr zieht sich der Wasserdunst, desto mehr ziehen sich die Wolken von ihr zurück. Bedenken wir nun: daß alle der Drainage unterstellten Flächen feucht, ja daß sie sumpfig sind: daß sogar große Sümpfe,

Teiche und Seeen trocken gelegt: daß in der Jüngstzeit große Waldpartien in Feld umgewandelt wurden, so kann einer fernerhin verminderten Wasserdunst-Zuführung nur durch großartige Baum-Anpflanzungen vorgebeugt werden, damit die günstige Wirkung der Drainage nach Verlauf nur kurzer Zeiträume nicht größere Nachtheile für unsere Landwirthschaft im Gefolge habe, als sie jetzt Vortheile bietet. Bei der hohen Wichtigkeit des Gesagten wird auch hier ein Beispiel deutlich machen, wie groß die Menge von Feuchtigkeit ist, die durch größere drainirte Flächen verloren geht; denn Zahlen sprechen eindringlicher, als Worte.

Gesetzt es werde eine Fläche von 1000 Ackern drainirt. Feucht und sumpfig zieht dieselbe vor ihrer Trockenlegung des Nachts nicht nur eine große Menge von Wasserdunst an und verdichtet denselben, sondern sie befördert auch das reichlichere Niederfallen des Regens. Nehmen wir nun an: daß an einem Tage auf 1 Quadrat-Fuß dieser Fläche 4 Loth Wasser verdunsten, so beträgt dies für eine Zeit von 7 Monaten: 10,700,000 Centner.

Da nun auf dieser durch die Drainage hergerichteten Fläche Culturpflanzen gezogen werden, die zu ihrem Gedeihen — wie wir weiter oben sahen — viel Wasser verbrauchen, so ergiebt sich für die Umgebung dieser drainirten Fläche — abgesehen von dem erschwerten Niederschlage — ein ungeheurer Ausfall an Vegetationswasser und wären zur Beschaffung von dem vor der Drainage verdunsteten Quantum, welches der Umgebung zu Gunsten kam, allein 24999 Stück Bäume von einer solchen Größe erforderlich daß einer derselben Nachts 2 Centner Wasser aus der Atmosphäre aufzunehmen im Stande wäre. In einer der Drainage unterworfenen Fläche von 1000 Ackern müßten daher wenigstens 2 bis 300 Acker Waldung angepflanzt werden, soll der Verlust des früheren Verdunstungs-Wassers ohne erheblichen Nachtheil bleiben. Daher trägt jeder angepflanzte Baum nicht nur ein reichliches Capital durch seine eigene Nutzung, er trägt es in noch bei weitem erhöhteren Verhältnisse durch die Befeuchtung seiner Umgebung; daher sei es nochmals ausgesprochen: Jedermann befleißige sich aufs Eifrigste, an geeigneten Stellen nicht allein Obstbäume anzupflanzen, sondern auch die Zucht der Waldbäume zu

vermehren. Jeder große Gutsbesitzer befleißige sich, große Parkanlagen zu begründen, Alleen anzupflanzen, seine Weide-Plätze zu beschatten. Die hohen Staatsregierungen aber mögen durch strenge Ueberwachung von Privat- und Gemeinde-Waldungen, sowie durch unausgesetzte Aufmunterung zur Bepflanzung kahler Berge dahin zu wirken versuchen: daß den flachen Gegenden wieder eine solche Quantität von Verdunstungs-Wassern zugeführt werde, als denselben durch die Drainage, durch Trockenlegung von Teichen u. s. w. entzogen wurde und wird.

Ueberdies könnte in manchen trocknen Gegenden Deutschlands durch künstliche Bewässerungen im Frühlinge durch Anlage von Kanälen aus Flüssen und Bächen eine vermehrte Fruchtbarkeit erzielt werden.

Ich erlaube mir hier noch einen Vergleich zwischen Licht, Electricität und Wasserstoff anzustellen.

Das Licht, eine der schnellsten aller Kräfte, stellt sich uns als auswärtiger Telegraph zur Verfügung; als solcher erzählt es uns die wunderbarsten Geschichten von der unendlichen Weisheit und Unfehlbarkeit des Weltenschöpfers; es führt uns hinaus in die fernsten Fernen des Himmels und zeigt uns auch dort das sorgsame Walten der Vorsehung. Hinaus an die fernen Weltennebel tritt es und beweist uns nach seiner Zurückkunft mit unfehlbarer Klarheit: daß dieselben 800,000 Lichtjahre, von denen jedes einzelne eine Länge von 1,322,263 Millionen Meilen hat, von uns entfernt sind. Unser Weltentelegraph macht sich mit allen Bahnen der Planeten, Kometen u. s. w. bekannt, er weist uns deren Umlaufzeiten, also ihre Tag- und Nachtlängen nach, er beschreibt uns ihr Oberflächen-Aussehen, ihre Dichtigkeiten, ihre Schwere der Massen, er giebt uns ihre Größen in Zahlen an, er verhilft uns dazu ihre Umlaufszeiten bis auf den tausendsten Theil einer Secunde zu berechnen; er schließt uns die eigenthümlichen Bahnen der Cometen auf Jahrtausende hinaus auf und geht dabei mit einer nie trügenden Sicherheit zu Werke.

Die Electricität dagegen, welche auch eine große Schnelligkeit besitzt, hat das Telegraphen-Amt auf der Erde überkommen. In kürzester Zeitfrist fliegt sie mit ihren Depeschen über Ebenen,

übersteigt die höchsten Gebirge, durchwatet die tiefsten Flüsse, durcheilt die lebhaftesten Straßen der Städte und überspringt die Gestade des Meeres und großer Binnenseeen. Hier knüpft sie neue Freundschaftsbande, dort erneuert sie alte, sie giebt sich als Amors- und Fortunas Boten aus; erregt und unterhält den Speculationsgeist im ausgedehntesten Maaße; hier eröffnet sie den Befehl zum Schlagen von Schlachten, dort gebietet sie dem angreifenden Heere plötzlich Halt. Zu ein und derselben Stunde legt sie ein diplomatisches Actenstück in Petersburg, London, Paris und Wien nieder; sie bringt und befördert Geburts- Hochzeits- Todes-Nachrichten in wenig Minuten; mit rasender Schnelle stößt sie in die Kriegs-Trompete und übertrifft andererseits die Friedenstaube mindestens 100mal an Schnelle und alle diese großartigen Reisen und Geschäfte verrichtet sie vermittelst eines ganz schwachen Drahtes.

Wie Licht und Electricität als geistiger, so stellt sich der Wasserstoff als schnellster materieller Beförderer und Lastträger dar. Als Gas in einen Ballon von Seide eingeschlossen fliegt er mit uns in die höchsten Schichten der Luft und zeigt uns dort die Erde in der Vogelperspective, er lehrte uns den Wolkenflug und die verschiedenen Strömungen der Winde kennen und trug auf diese Weise viel zur genaueren Kenntniß der Vorgänge in unserer Atmosphäre bei. Mit Sauerstoff in Verbindung zieht er als Dampf die größten Lasten mit einer Schnelligkeit von 16 Stunden in einer einzigen. Er durchfliegt mit dem Dampfwagen unsere civilisirten Staaten in allen Richtungen, mit den Dampfschiffen durchfurcht er die entferntesten Meere und alle größeren Ströme. Nichts widersteht seiner Kraft, aus tiefster Tiefe hebt er im Dampfe Metalle, Erze, Brennmateriale zu Tage, er schleudert sie nicht allein auf, sondern auch in große Oefen, er zwingt mächtige Luftströme in dieselben und sucht durch deren Sauerstoff-Gehalt eine solche Gluth anzufachen, daß die starren festen Massen in blendend weißen Bächen den Ofen verlassen und sich die Metalle im hellsten Glanze von ihrer Schlacke scheiden. Er nimmt die Metalle und verarbeitet sie weiter. Unter großen Hämmern treibt er die Unreinigkeit vollends aus, unter Walzen verwandelt er sie zu Eisenbahn-Schienen, Band- Reif- Ringeisen, zu Schrauben, Draht u. s. w.

Aus den edlen walzt er Platinen, schneidet Platten heraus, prägt die Bildnisse unserer Herrscher darauf und sendet sie als Geld, als Hauptverkehrsmittel durch die Welt, damit es Handel, Gewerbe, Ackerbau und Industrie belebe und erhebe.

Im Dampfe und im Wasser setzt er sich hinter Spinnräder und Webstühle; Baumwolle, Wolle, Flachs wird ihm vorgelegt; in kürzester Frist hat er Millionen von Fäden daraus dargestellt; er ordnet dieselben, steckt sie einzeln durch den Weberrechen, setzt sich hinter den Webstuhl und bald sind Tausende von Ellen Zeug fertig, welche der Mensch zur Kleidung benutzt. Als Dampf- und Wasserkraft übergiebt man ihm das Getreide, er ist nicht zufrieden, damit dasselbe in das feinste Mehl umzuwandeln, er knetet es auch mit Wasser zu einem vollkommen guten Teige. In der Sägemühle legt man ihm Holzklötze vor, er zerlegt dieselben in regelmäßige Stücke, um sie alsdann auf seinem Rücken in die fernsten Niederungen zu tragen, woselbst sie der Mensch zu Wohn-Oekonomie- und Schiffsbauten verwendet. Seht dort jenes stolze Linienschiff, jenen stark befrachteten Kauffahrer: wer trägt diese Prachtbaue auf seinem Rücken so schnell dahin? Es ist der Wasserstoff in Verbindung mit Sauerstoff; er also bahnt die wichtigen Wasserstraßen des Meeres und der Gewässer des Festlandes; er ist es, der durch die Hervorrufung dieses Elements nicht allein die zahllosen Geschöpfe des Meeres erhält, er stillt auch den Durst der Landbewohner, er labt und erquickt die Pflanzen. Wo er nicht ist, stirbt alles ab, da kann kein Keimchen grünen, da vermag die unsichtbare Milbe ihr Leben nicht zu fristen. Dagegen lebt und webt bei seinem Dasein, wenn er mit Sauerstoff im richtigen Verhältnisse vereinigt ist, Alles.

Mit Kraft und Ausdauer beginnt und vollführt er seine Werke ohne Säumniß, wenn ihm, um sich in Dampf zu verwandeln, nur Brennmaterial genug verabreicht wird, in diesem aber steckt er selbst, er treibt sich also selbst zur Arbeit an.

Zuweilen verleugnet der Wasserstoff seine guten Eigenschaften und tritt mit dem Sauerstoffe zu einer Verbindung zusammen, welche beim Entzünden furchtbare Explosionen hervorruft, die Berg-

werke zertrümmert und deren Knappen vergräbt, es sind dies die schlagenden Wetter der Steinkohlengruben.

Wohlgefällig spiegelt sich eine Pflanze in behaglicher Ruhe an den Ufern eines Baches im Wasserstoffe des Wassers: wie dankbar ist ihm dieselbe für seine Labung, wie erfrischt sie sich in seiner Ausdünstung, wie kost sie mit ihm im Mondscheine, sie hebt ihn zu sich herauf, sie hätschelt und pflegt ihn und bettet ihn sanft in ihren Zellen. Dennoch zeigt er sich undankbar gegen sie. Rüttelt der Sturm den Bach brausend auf, so unterspült der Wasserstoff die Wurzeln der Pflanze, er ruht und rastet nicht, bis er sie in die fluthenden Wellen herabgezogen und in sich begraben hat. Thonerde herbeischaffend und sie überdeckend, wandelt er sie in Kohle um. Wie freut er sich, wenn er auf dem Feuer gebraten sich mit Sauerstoff von Neuem zu Wasser vereinigen und nun dem großen Weltmeere wieder zueilen kann. Nirgends hat er jedoch Ruhe, die Sonne destillirt ihn wieder auf und er eilt im Wasserdunste und Regen nach dem Festlande, um daselbst wieder Holz, Stärkemehl, Zucker zu bilden. So groß die Gegensätze, so groß die Zerstörungswuth, so groß der Trieb des Sauerstoffs zu Neubildungen ist, nicht geringer zeigen sich dieselben beim Wasserstoffe. Ohne Unterbrechung zerstören beide, um stets wieder von Neuem aufzubauen.

Obschon wir dem Wasserstoffe nach seiner genaueren Kenntniß sehr viel verdanken, so haben wir von ihm dennoch Außerordentliches zu erwarten. Ruhig, stürmisch, wild, verheerend tritt er im Wasser aller Orten und Enden auf; wo wir ihm in der Natur — mit wenig Ausnahmen — begegnen, dringt er uns das Gefühl von Kühle auf, und doch: was liegt in ihm für außerordentliche Hitze, was für eine Quantität von Licht vergraben! Die Zeit dürfte nicht ferne sein, wo wir Wasser nehmen, dasselbe zerlegen, den Wasserstoff mittelst Sauerstoff verbrennen und dadurch nicht allein ein wohlfeiles allerwärts für Nichts zu habendes Brennmaterial bereiten, sondern auch dessen fahle Flamme durch Beigabe fester Stoffe zu einem Lichte entzünden können, welches dem Glanze der Sonnenstrahlen um nicht viel nachstehen dürfte.

Kohlenstoff und dessen Verbindung mit Sauerstoff zu Kohlensäure.

Der Franzose Lavoisier war es, welcher den Kohlenstoff zuerst als ein Element erkannte und nachwies: daß beim Verbrennen des Diamants Kohlensäure entstehe. Der Kohlenstoff, nur selten rein in der Natur, ist stets mehr oder weniger mit andern Stoffen verbunden und findet sich in der Stein- und Braunkohle, im Holze, im kohlensauren Kalke und andern kohlensauren Salzen, sowie in allen organischen Körpern. Krystallisirt kommt er nur im Diamante und Graphite vor und künstlich gewonnen bildet er mehrere, in ihren Eigenschaften sehr unähnliche amorphe Varietäten von Kohle.

Es kann hier nicht die Absicht sein, speciell über die verschiedenen Formen, in welchen der Kohlenstoff auftritt, zu verhandeln, nur in gedrängter Kürze wollen wir Einiges davon erwähnen. Demant und Graphit, als reinster Kohlenstoff, ist ohne alle Beimengung im ersteren, im letzteren mit etwas Eisen vereinigt. Der reine Kohlenstoff zeigt keine Neigung zu schmelzen oder sich zu verflüchtigen, selbst nicht bei Anwendung sehr hoher Hitzegrade. Der Anthracit — Kohlenblende — fast reiner Kohlenstoff, enthält nur etwas Wasserstoff beigemischt und gleicht daher mehr der Steinkohle als dem Graphite; er ist daher die kohlenstoffreichste und wasserstoffärmste Steinkohle.

Die organischen Substanzen, welche vorzugsweise aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, zuweilen mit etwas Stickstoff bestehen, können, ohne Zersetzungen zu erleiden, keine hohen Temperaturen aushalten. Beim Erhitzen unter Ausschluß der Luft treten ihre Elemente zu einfachen Verbindungen zusammen. Der

Sauerstoff entweicht theils in Verbindung mit Wasserstoff als Wasser, theils in Verbindung mit einem Theil Kohlenstoff als Kohlenoxydgas, während sich ein Theil des Kohlenstoffs mit Wasserstoff zu Kohlenwasserstoffgas verbindet, Kohle bleibt als Endresultat dieses Prozesses zurück, wenn nämlich Sauerstoff und Wasserstoff so abgehalten wurden, daß dieselben nicht lediglich und allein gasförmige Verbindungen bilden konnten. Dieser Zersetzungsprozeß organischer Substanzen durch Erhitzung, unter Ausschluß oder doch bei mangelhaftem Zutritte von atmosphärischer Luft, wird Verkohlungsprozeß genannt.

Die Verkohlung nimmt man entweder in Oefen oder in Meilern vor, des besseren Productes wegen giebt man letzteren den Vorzug, denn in denselben bekommt man eine dichtere, nicht so zerkleinerte Kohle. Holz giebt beim Verbrennen eine geringere Hitze, als ein gleiches Gewicht Holzkohle, und zwar nicht nur, weil in jenem eine geringere Menge von Kohlenstoff enthalten ist, sondern weil aus demselben auch eine beträchtliche Menge von Wasser verdampft werden muß.

Im gewöhnlichen Zustande ist die Kohle ein sehr schlechter Wärmeleiter, deshalb ist ihre Entzündung und ihre Verbrennung so leicht zu bewerkstelligen, dagegen leitet diejenige Kohle, welche durch starke Hitze sehr verdichtet wurde, die Wärme sehr gut und es brennen dann alle Holzkohlensorten, die hohen Temperaturgraden ausgesetzt waren, schlechter. Bei gewöhnlichen Temperaturen und unter Ausschluß der Luft, auch in höhern, ist die Holzkohle, wie alle andern Kohlen, durch ihre Unzerstörbarkeit ausgezeichnet. Sie kann Jahrhunderte ohne Veränderung in der Erde verweilen. Um daher Pfähle, welche in die Erde kommen sollen, haltbarer zu machen, kohlt man sie auf ihrer Oberfläche an.

Wegen ihrer sehr porösen Beschaffenheit absorbirt die Holzkohle das Vielfache ihres Volumens an Gasarten. Wir werden auf diese Eigenschaft, die wir mit dem Namen Saugen belegen, weiter unten zurückkommen. Außer Sauerstoff nimmt sie Ammoniakgas — bis zum 90fachen ihres Volumens — dann Kohlensäure u. s. w. auf. Die Absorbtion der Gase und des Wasserdampfes durch die Kohle ist von beträchtlicher Wärmeentbindung begleitet,

die unter Umständen bis zur Selbstentzündung steigen kann. Frisch ausgeglühte und verlöschte Holzkohlen, in unangenehm riechende Kleidungsstücke oder in dergleichen Zimmer oder in stinkende Keller, Kloaken u. s. w. gestellt, benehmen den üblen Geruch sogleich. Auf diese Weise schützt man sich durch klare Kohle auch vor Gestank, der von der Straße oder von Höfen aus in die Zimmer eindringt, indem man Luft durchlassende Fensterflügel, zwischen welche klare Kohle eingenäht ist, in einem der Fenster anbringt. Auch der Fäulniß organischer Körper beugt man durch dieselbe vor, weshalb man sie in Spitälern und andern Krankenanstalten mit großem Vortheile verwendet. Wasser hält sich vollkommen gut und Wein und Bier werden besser, wenn man sie in Fässern, die innen angekohlt sind, aufbewahrt.

Ganz besonders hervorzuheben ist die Eigenschaft der Holzkohle, sehr verschiedene Substanzen aus Auflösung aufzunehmen, sie gleicht darinnen der thierischen Kohle, welche diese Eigenschaft in noch höherem Grade besitzt. So entzieht z. B. die Kohle Auflösungen von Flüssigkeiten, die Farbestoffe enthalten, dieselben; sie macht solche Flüssigkeiten geruchlos, indem sie z. B. dem Branntweine das Fuselöl benimmt; doch muß für alle dergleichen Verwendungen die Kohle frisch geglüht werden, weil sie, wie bereits bemerkt, begierig Wasserdampf aus der Luft anzieht und dadurch die Fähigkeit, andere Körper aufzunehmen, verliert.

Die Steinkohle, die Braunkohle, der Torf sind Kohlengattungen, hervorgegangen aus Vegetabilien auf dem natürlichen, wie die Holzkohle auf künstlichem Wege. Sie haben mehr oder weniger Sauerstoff, Wasserstoff und etwas Stickstoff in ihrer Mischung, auch sie können verkohlt d. h. der letzteren Elemente durch Anwendung starker Hitzegrade beraubt werden.

Der Kohlenstoff in allen den verschiedenen Kohlengattungen, vom Demante, Graphit, durch die verschiedenen Holz- Stein- Braun- und Thierkohlen bis zum Torfe herab, ist chemisch überall derselbe, er kann durch die gewöhnlichen Methoden z. B. durch Schmelzen, Sublimiren, Auflösen nicht krystallisirt erhalten werden, mit Ausnahme des Graphits im grauen Roheisen, worinnen er aber dennoch nicht in den Krystallformen des Diamants auf-

tritt. Bei niederen Temperaturen verhält er sich gegen die meisten Körper indifferent. Bis zum Rothglühen erhitzt, verbrennt die Kohle leicht in atmosphärischer Luft oder in Sauerstoffgase, woraus eine gasförmige Verbindung, die Kohlensäure, die aus zwei Volumen Sauerstoff und einem Volumen Kohlenstoff besteht, hervorgeht.

Der Kohlenstoff ist das wichtigste Element im Pflanzenreiche, alle Gewächse verdanken ihm ihr Dasein; was beim Thiere das Knochengerüste, das Fleisch, das ist bei der Pflanze der Kohlenstoff. Die größten Stämme, das feinste Grashälmchen muß er bilden helfen. Er ist der Hauptnahrungsstoff aller Pflanzen, allein direct kann er ihnen weder durch die Luft noch durch den Boden zugeführt werden, es geschieht dies vermittels der Kohlensäure.

Die Kohlensäure, eine farblose Gasart, hat einen wenig bemerkbaren eigenthümlichen Geruch und einen etwas sauren Geschmack. Brennende Körper verlöschen in ihr und Thiere sterben nach ihrem Einathmen. Sie ist um die Hälfte schwerer als atmosphärische Luft und kann deshalb aus einem Gefäße in ein anderes übergegossen werden. Läßt man sie durch klares Kalkwasser streichen, welches dargestellt wird, indem man ungelöschten Kalk in einer Flasche mit Wasser gehörig schüttelt, wo nach dem Absetzen die klare Flüssigkeit einen Theil des Kalkes in sich aufgenommen hat, so trübt sich dasselbe wie Milch und bildet kohlensauren Kalk.

Die Kohlensäure ist überall, wo sie sich in größerer Menge entwickelt, die Ursache des Aufschäumens, Sprudelns und des Blasenwerfens gährender und anderer Flüssigkeiten. Wir finden sie häufig in natürlichen und künstlichen Mineralwässern, im Champagner und andern Weinen.

Die Kohlensäure läßt sich leicht darstellen, wenn man irgend eine verdünnte Säure auf kohlensauren Kalk gießt. Das Gas steigt mit Ausgebung eines eigenthümlichen Geruchs durch die Flüssigkeit und bleibt in Folge seiner Schwere zunächst über jener stehen. Je mehr sich nun desselben entwickelt, um so mehr verdrängt es die im Gefäße befindliche atmosphärische Luft. Ist das Gefäß endlich bis zum Rande von ihr gefüllt, so läuft sie genau so am Glase herunter, wie Wasser. Man darf, um dies zu beobach-

ten, nur ein brennendes Schwefelhölzchen nehmen und es der Außenwand des Gefäßes nähern; dasselbe wird sofort erlöschen und dadurch das Herablaufen der Kohlensäure zu erkennen geben.

Die Quellen der Kohlensäure sind überaus mannigfach. Unserer Atmosphäre ist $\frac{1}{2000}$ Theilchen derselben beigemischt, so daß 90 Billionen Centner mit nahe an 25 Billionen Centner reinen Kohlenstoffs beständig in ihr zu treffen sind. Beim Athmen haucht der Mensch für jeden Cubikzoll Sauerstoff, den er in sich aufnimmt, 1 Cubikzoll Kohlensäure aus und genau derselbe Austausch findet bei unsern Verbrennungs-Prozessen statt. In 6000 Jahren müßte sich daher die Kohlensäure in unserer Atmosphäre allein durch diese beiden Prozesse auf 180 Billionen Centner, also auf das Doppelte des jetzigen Quantums gesteigert haben, abgesehen davon: daß aus dem Innern der Erde, aus den ausgebrannten Vulkanen, den heißen Quellen, der Zersetzung einer kleinen Menge der Luft beigemischten Kohlenwasserstoffs, durch die unter den Tropen viel häufigeren Entladungen von Gewittern noch sehr bedeutende Quantitäten in die Luft treten. Wären nun nicht Prozesse vorhanden, welche die für das Thierleben so nachtheilige Gasart wegschafften, so würde eine Zeit auf unserer Erde kommen, in welcher das thierische Leben ausstürbe. Da jedoch seit der Zeit, wo das menschliche Geschlecht auf der Erde existirt, keine Verminderung in der Zusammensetzung der Atmosphäre eingetreten ist, so müssen Prozesse auf derselben stattfinden, durch welche die sich stets in so großer Menge bildende Kohlensäure beständig wieder zerlegt wird, und dies geschieht — wie wir sogleich sehen werden — beim Vegetations-Prozesse.

Nicht in allen Höhen auf unserer Erde bleibt sich der Kohlensäuregehalt der Luft gleich und merkwürdig genug findet sich diese schwere Gasart bei 10,000 Fuß Höhe fast im doppelten Verhältnisse, als in unsern Ebenen. Dieses Verhältniß liegt in den eigenthümlichen Verwandtschaftsgraden der Gase und ihre Mischung findet so sorgfältig statt, daß sie die ganze Erde gleichmäßig umgeben. In Folge desselben steigt und fällt die Kohlensäure langsam, je nachdem die Pflanzen sie absorbiren, und dadurch wird im Allgemeinen in der Luft, die wir athmen, die überaus gleichmäßige Reinheit erhalten.

Wenn in einzelnen Höhlen oder tiefen Thälern, z. B. im Todten-Thale auf Java, in der Hundsgrotte bei Neapel, die Kohlensäure auch fortwährend dicht am Boden schwebt, so liegt der Grund davon lediglich und allein darinnen: daß sich dieselbe viel schneller aus der Erde entwickelt, als sie in die Höhe zu steigen und sich mit der Luft zu vereinigen vermag, und wenn auf den Gipfeln hoher Alpen dieselbe reichlicher getroffen wird, so liegt dies darinnen: daß die Vegetation, der Regen, die Luftfeuchtigkeit sie den untern Luftschichten schneller entnehmen, als sie aus den obern wieder herabzusteigen vermag.

Jedes grüne Blatt saugt, so lange die Sonne scheint, Kohlensäure aus der Luft auf und es ist diese Gasart für das Leben der Pflanzen so unentbehrlich, wie der Sauerstoff für das Leben der Thiere. Enthielte die Luft keine Kohlensäure mehr, dann hörte alle Vegetation auf und die ganze Erde sähe grau aus. Die Kohlensäure ist daher in ihrem geringen Verhältnisse ein eben so wichtiger als wesentlicher Bestandtheil der Atmosphäre. Da die Kohlensäure ein starkes Gift für Thiere ist, so ist die in der Atmosphäre enthaltene Menge nur gering; wäre das Mischungsverhältniß ein größeres, so würden die Thiere mit ihrem jetzigen Körperbaue die Luft nicht einzuathmen vermögen, ohne Schaden an ihrer Gesundheit zu nehmen. So nachtheilig sie sich aber hier, so ungemein werthvoll erweist sie sich, wie bereits gesagt, bei den Pflanzen; damit aber letztere die Kohlensäure recht leicht aus einer Luftmischung aufnehmen können, so ist ihnen dafür die außerordentliche Masse von Blättern verliehen. Wundervoll ist deren Bau und ihre Thätigkeit. Nicht zu zählen sind die Saugöffnungen derselben, indem größere z. B. Hollunder-Blätter gegen 400000 dergleichen besitzen. Diese winzigen Oeffnungen verrichten ihr Geschäft mit einer Schnelligkeit, daß sie dem geringsten Lufthauche, der ihnen etwas Kohlensäure zuführt, dieselbe augenblicklich vollkommen entziehen. Bedenken wir nun, daß größere Bäume bis 7 Millionen Blätter und jedes große Blatt gegen 400000 Saugöffnungen hat, dann wird sich uns wohl die Ueberzeugung aufdrängen: daß die Aufsaugung der Kohlensäure rasch vor sich gehe und daß deshalb in den tieferen stark mit Pflanzen bewachsenen Gegenden der Kohlen-

säure-Gehalt der Luft ein geringerer sein müsse, als in den nicht bewaldeten Höhen.

Früher nahm man an die Pflanzen bekämen ihren Kohlenstoffgehalt lediglich und allein aus dem Humus und verarbeiteten denselben in sich. Man hatte dabei die Beobachtung im Auge: daß ein mit viel Humus versehener Boden eine üppigere Vegetation zeige, als ein humusarmer. So richtig nun diese Beobachtung einerseits auch war, so wenig vermochte man doch den Prozeß zu erklären; denn der Humus, ein Product, hervorgegangen aus langsamer Verbrennung organischer, namentlich pflanzlicher Stoffe, ist so wenig löslich im Wasser, daß er auf diese Weise nicht in die Vegetabilien eindringen kann; wenn wir nun auch in den humussauren Salzen, namentlich in der Verbindung mit Alkalien oder Kalkerde auch leichte Lösungen desselben haben, so ist die Quantität des in den Pflanzen enthaltenen Kohlenstoffs doch viel zu groß, als daß sie von humussauren Verbindungen abstammen könnte; denn wir haben große Waldflächen, die auf reinem weißen Sande ohne Beimischung von Humus wachsen, und sehen: daß gleich große Strecken kulturfähigen Bodens, trotz verschiedener Humustheile, gleich große Quantitäten Kohlenstoffes tragen, ja daß bei Garten- und Gemüse-Ländereien, die stark bedüngt werden, die Kohlenstoffverbindungen von Jahr zu Jahr in demselben anwachsen; bezögen die Pflanzen die Kohlensäure aus dem Boden, dann müßten dieselben aber abnehmen. Der Humus selbst kann daher keinenfalls direct in die Pflanzen übergeführt werden, denn die sorgfältigsten Beobachtungen haben überdies erwiesen: daß keine organische Verbindung, als solche, als Pflanzennahrungsmittel aufzutreten vermöge, sondern daß dieselben stets erst in unorganische verwandelt und daß dazu der Sauerstoff jedesmal mit beigezogen werden müsse.

Diese merkwürdige Eigenthümlichkeit der Pflanze, ihre Nahrung lediglich und allein aus dem unorganischen Reiche zu beziehen, stimmt auf das Genaueste mit den Grundsätzen überein, welche im Naturhaushalte allgemeine Geltung haben; denn nähmen die Vegetabilien organische Verbindungen unmittelbar auf, dann könnte ein gegenseitiger Angriff entstehen, der möglicherweise bis zur Vertilgung alles organischen Lebens auszuarten vermöchte, während

sich andererseits im unorganischen Reiche Stoffe aufhäuften, die vollends zur Zugrunderichtung alles Lebendigen beitrügen. Unser allweiser Schöpfer hat aber dafür gesorgt, daß solche Ungleichheiten nirgends in der Schöpfung getroffen werden. Gerade aus diesem Grunde erhielten auch die Pflanzen die Bestimmung, ihren Kohlenstoffgehalt nur zum geringeren Theile aus dem Boden, zum größten Theile aber aus der Atmosphäre zu entnehmen, welche für diesen Zweck einen $\frac{1}{2000}$ Theil von Kohlensäure beigemischt erhielt. Auf den ersten Blick erscheint diese Quantität zwar sehr gering, dennoch ist sie aber für den außerordentlichen Verbrauch mehr als ausreichend.

Daß aber die Pflanzen ihren Kohlensäure-Verbrauch wirklich aus der Luft beziehen, gewahren wir, wenn wir sie unter einem der atmosphärischen Luft nicht zugänglichen Glasgefäß ins Sonnenlicht bringen und durch Zerlegung von kohlensaurem Kalke vermittelst verdünnter Schwefelsäure bereitete Kohlensäure zu ihnen treten lassen. Es ergiebt sich dabei nach einiger Zeit unter dem Glase eine gleiche Menge von reinem Sauerstoffe gegen die verwendete Kohlensäure, der sich dadurch zu erkennen giebt, daß ein glimmender Span sich augenblicklich mit glänzender Flamme entzündet. Priestley war der Erste, welcher diese Entdeckung machte; doch kann man die Pflanze unter einem solchen Gefäße, ohne daß die Luft erneuert wird, nicht lassen: sie geht zu Grunde, wenn ihr auch alle andern Lebensbedingungen zufließen. In reinem Sauerstoffgase kann also die Pflanze ebenso wenig wie das Thier leben. Daß die Pflanze im Sonnenlichte Sauerstoff aushaucht, sahen wir bereits weiter oben.

Man begnügte sich aber nicht allein mit diesen Versuchen. In England pflanzte man eine Weide von 5 Pfund Gewicht in ein Gefäß, welches mit einer sorgfältig abgewogenen Menge von Erde versehen wurde und begoß die fortwachsende Pflanze je nach Bedürfniß mit reinem Regenwasser; nach Verlauf von 5 Jahren erreichte dieselbe ein Gewicht von 170 Pfund, während die Erde nur $1\frac{1}{4}$ Pfund von ihrem Gewichte verloren hatte. Hier rührte die Gewichtszunahme von $163\frac{3}{4}$ Pfund also lediglich und allein von

dem aus der Luft aufgenommenen und im Innern der Weide zerlegten Kohlensäure-Gase her.

Die Pflanze saugt daher die Kohlensäure aus der Luft ein, trennt durch die Sonnenstrahlen, die ihre Lebensthätigkeit wecken, die Bestandtheile derselben, Sauerstoff und Kohlenstoff, von einander, nimmt letzteren in ihren organischen Verband auf und schickt den Sauerstoff in die Atmosphäre zurück. Wie begierig die Pflanzen diese Säure aufsuchen, dies sehen wir an solchen, die in der Nähe von sehr kohlensäurereichen Quellen, die in der Nähe von Hohöfen wachsen; hier nehmen die Blätter einen bei weitem größeren Umfang an, damit sie durch die vermehrten Saugöffnungen ja recht viel dieses Nahrungsstoffes in sich zu nehmen vermögen.

Auf diese Weise ist in der Natur für die Fortschaffung der der Thierwelt so äußerst nachtheiligen Kohlensäure, die bei der Verbrennung und dem Athmungsprozesse in so überreicher Masse entsteht, gesorgt und auf diese Weise wird auch zugleich die Luft gereinigt.

Mancher der geneigten Leser dürfte hier den Einwurf machen: wenn die Pflanzen die Funktion haben, die Luft von diesem den Thieren so gefährlichen Gifte zu befreien, so muß sich dieselbe ja im Winter ungemein anhäufen und dann um so gefährlicher für jene werden. Allein wenn wir in dieser Jahreszeit gerade durch den vermehrten Gehalt der Luft an Kohlensäure, etwas Ammoniak u. s. w. auch häufiger von Krankheiten heimgesucht werden, so ist im großen Haushalte der Natur auch für die Fortschaffung in dieser Zeit weise gesorgt; denn so bald unsere Vegetation in Ruhe versinkt, erheben sich gewaltige Stürme, welche die Luft nach vegetationsreichen Gegenden hintragen und gereinigte zurückbringen; strömen vermehrte Regenquantitäten aus der Atmosphäre nieder, welche das Zuviel der Kohlensäure binden und sie ebenfalls in Gegenden überführen, wo sie zerlegt wird; schickt unser Schöpfer den herrlich krystallisirten Schnee, welcher als Sauger für die Kohlensäure auftritt. Schmilzt derselbe im Frühlinge, so nimmt sie das Schneewasser mit unter die Erde und führt sie den Wurzelfäserchen zu, so daß durch ihn die erste Vegetation erweckt wird. Der Schnee tritt aber nicht allein als Sauger für die Kohlensäure auf, er nimmt auch Ammoniak auf und deshalb gerirt er sich als

nicht unbedeutende Düngekraft, wie wir dies nach schneereichen Wintern so deutlich gewahren.

Eigenthümlich ist das Verhalten der Pflanze bei Abwesenheit des Sonnenlichts. Sie nimmt dann Sauerstoff auf und giebt Kohlensäure aus, und zwar saugt sie dann bei weitem mehr der ersteren auf, als sie von letzterer ausgiebt. So wie kein Sonnenlicht vorhanden, stellt nämlich die Pflanze ihre Thätigkeit ein und der dem Leben so nachstrebende Sauerstoff drängt sich nun in sie ein und sucht Zerstörungen zu beginnen; bleibt ihr der Zutritt von Licht verschlossen, dann setzt er sein Zerstörungswerk mit aller Macht fort. Bei der Abhandlung über die Sauger werden wir hierauf zurückkommen.

Bereits wurde erwähnt: daß kein Stoff der Pflanze als Nahrungsmittel dienen kann, dessen Zusammensetzung dem Pflanzenkörper gleich sei, und gerade hierinnen liegt der Hauptunterschied der Lebensbedingungen vegetabilischer Naturkörper gegen unorganische, welche sich durch Ansatz gleichartiger Stoffe erhalten. Hierdurch lernen wir nun auch den Hauptnutzen des Humus kennen, welcher dann erst der Pflanze zugänglich wird, wenn seine Bestandtheile, die auch die des Holzes, nämlich Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff sind, sich von einander trennen, um neue Verbindungen hervorzurufen.

Durch die langsame Verbrennung (Vermoderung) giebt der Humus stets Kohlensäure und Wasser aus und wird dadurch ein nie versiegender Lebensquell für die Pflanzen, ja im Frühlinge, wo die Pflanzen noch nicht mit Blättern versehen sind, beziehen sie ihren Kohlensäurebedarf lediglich und allein aus dem Schnee und dem Humus. Der zerstörende Sauerstoff, der überall, wohin er auch dringt — und wo ist er nicht überall zu finden? — seine verheerenden Wirkungen beginnt, entnimmt der abgestorbenen Pflanze diejenige Quantität Sauerstoff, die die lebende nothwendig hatte, als er ihr in der Gestalt von Kohlensäure begegnete. Wie daher die Blätter in der Luft, so saugen die Wurzelfäserchen aus dem humusreichen Boden die im Wasser gelöste Kohlensäure auf. Und immer von Neuem setzt sich Sauerstoff im Humus fest, damit die Kohlensäurebildung nie unterbrochen werde. Hieraus geht, wie wir weiter

unten beim Boden und den Saugern zu sehen Gelegenheit finden, hervor, warum die sorgsame Auflockerung des Bodens in der Landwirthschaft so außerordentlich gute Wirkungen thut. Daß aber die Saugfasern der Wurzeln keine andere Bedeutung für die Ackererde, als die Saugspalten der Blätter und grünen Zweige und Stängel für die Luft haben, geht daraus deutlich hervor: daß die einen die andern vertreten, wenn man ein Bäumchen verkehrt d. h. mit seiner Krone in ganz lockeres Erdreich pflanzt.

Zwischen der Atmosphäre und den Pflanzenzellen finden durch die Mundöffnungen der Wurzeln, Blätter und Zweige ununterbrochene Wechselwirkungen statt, die jedoch — wie wir sahen — in ganz verschiedener Weise vor sich gehen, je nachdem dann das Sonnenlicht in schwächerer oder stärkerer Intensität, oder gar nicht einwirkt. Im Sonnenscheine nehmen die grünen Zellen Kohlensäure auf und hauchen Sauerstoff aus, bei trübem Wetter und des Nachts saugen sie Sauerstoff ein und geben Kohlensäure aus. Die Pflanzen verbessern daher bei Sonnenschein die Luft auf doppelte Weise, indem sie die tödtliche Kohlensäure aus derselben entfernen und zugleich ihren Gehalt an Sauerstoff vermehren. Des Nachts und bei lange anhaltendem trübem Wetter verderben die Pflanzen die Luft, indem dann Sauerstoff ein- und Kohlensäure ausgeathmet wird.

Die Pflanze ermöglicht ihr Wachsthum durch Zellen; eine solche wächst, ernährt sich, athmet und scheidet ihren Ueberfluß aus, sie stellt sich also als ein vollkommen abgeschlossenes Individuum dar. Hat die Zelle auf diese Weise eine Zeitlang ihre Lebensthätigkeit fortgesetzt und Kohlensäure und Wasser zerlegt, so pflanzt sie sich fort und diese Fortpflanzung geht vom Primordialschlauche aus. Die Fortpflanzung kann nur erfolgen, so lange die Zelle noch jung, die Zellenmembran also noch zart und der Primordialschlauch noch kräftig entwickelt ist; ist die Zelle einmal ausgewachsen, dann steht ihr der Tod bevor. Ueber ein Jahr wird selten eine Zelle alt. Da die Zellen sehr klein sind, so ist deren Zahl eine überaus große und selbst in der kleinsten Pflanze übersteigt die Zellenzahl die der Einwohner der größten Reiche. In einem Waldbaume leben mehr Zellen, als Menschen auf der ganzen Erde. In einer mäßig großen

Kartoffel treffen wir mindestens auf 2 Millionen Zellen, wogegen die einer größeren Kiefer auf mindestens 30 Millionen steigt. Daß die Zellen enge zusammen liegen müssen, ergiebt sich aus diesen Zahlverhältnissen auf das Deutlichste. Die Natur geht ungemein sparsam mit dem Raume um, daher sind die Zellen nach Art der Bienenzellen, jedoch oben und unten mit einem 4flächigen Dache versehen, sie bilden also Rhomben-Zwölfflächner. Die Zusammenschachtlung dieser Zellen belegen wir mit dem Namen Zellgewebe und in ihm geht der Lebens- und Ernährungsprozeß vor sich.

In der Regel geben die Wurzelzellen die Flüssigkeit, welche sie aus der aufgenommenen Nahrung produciren, sofort an die höher gelegenen Zellen weiter, diese ihren nächsten Nachbarn und so durch den ganzen Stamm durch. Jede Zelle veredelt und verfeinert die empfangenen Stoffe nach ihrer Art. Den ausgeschiedenen Saft saugt die Nachbarzelle auf und veredelt ihn weiter. Auf diese Weise erhebt sich derselbe von Zelle zu Zelle unzählige Male, um ebenso oft verändert und geläutert aus der Wurzel in die Stängel, aus den Stängeln in die Blätter zu treten. Die Blätter sind die Zellenvereinigungen, die von Luft, Licht, Wasser und Ammoniak leben. Der Saft, der aus der Wurzel kömmt, tritt hier mit jenen Elementen in Verbindung, die Kohlensäure wird zerlegt, der Kohlenstoff mit andern Stoffen vereinigt. Von Blatt zu Blatt läuft der Saft und auf diese Weise entstehen aus den einfachen Bildungsflüssigkeiten des auf- und absteigenden Saftes die mannigfachsten Producte, die als Farben das Auge, als Aroma den Geruch, als Süßen, Säuren, Bitteren den Geschmack erfreuen; auf diese Weise werden die Stoffe abgelagert, die uns ernähren, die uns die angenehmsten Genüsse, die uns die Präservative vor Krankheiten u. s. w. verschaffen.

In den verschiedenen Theilen der Pflanzen werden die verschiedensten Stoffe zubereitet; jede derselben birgt ein eigenes Laboratorium, das andere Bereitungen in der Wurzel, andere im Stängel, andere in den Blättern, andere in den Blüthen und noch andere in den Früchten vornimmt.

Die Wurzeln des Zimmtbaumes liefern z. B. den Campher, die Bastschicht dieser Pflanze schenkt uns den Zimmt, die Blätter

geben uns bei der Destillation das Nelkenöl. Ja zu verschiedenen Zeiten verarbeiten dieselben Zellen verschiedene Säfte. Die Blätter des jungen Salates geben eine angenehme Nahrung im Frühlinge und Sommer, im Herbste strotzen sie voll bittern giftigen Milchsaftes. Die Knollen der jungen Kartoffeln besitzen eine narkotische Schärfe, während sie bei der vollkommenen Reife nichts als nahrhaftes Stärkemehl enthalten. Sogar der aufsteigende Saft ist in manchen Pflanzen ungemein verschieden vom absteigenden; die kanarische Wolfsmilch giebt uns hiervon ein auffallendes Beispiel. Der aufsteigende Saft dient den Bewohnern jener Inseln als wohlschmeckendes Getränk, während der absteigende als heftiges Gift wirkt. Daß der Splint den ausgebildeten Saft wieder abwärts führt, beweist die Thatsache: daß, wenn man an einem Baumzweige einen ringförmigen Einschnitt macht, oder ihn unterbindet, die Reife der daran befindlichen Frucht beschleunigt wird und dieselbe an Größe und feinem Geschmack zunimmt. Der absteigende Saft wird dann nämlich auf seinem Wege aufgehalten, so daß er sich in allen Theilen der Zweige verläuft und ihnen reichlichere Nahrung giebt, als wenn sich dieser Saft in den allgemeinen Strom ergossen hätte.

Wenn der Saft der Pflanzenzellen seine höchste Veredlung erlangt hat, so tritt die Pflanze in die Blüthe; letztere ist die Vereinigung von Blättern, in welchen die Pflanze ihre größte Pracht zur Schau trägt. In ihr zeigen sich die prachtvollsten Farben, die lieblichsten Wohlgerüche, die süßesten Gaumenkitzel, also die kräftigsten Stoffe mit den edelsten Formen.

Die kurze Lebensdauer der einzelnen Zellen wirkt nachtheilig auf die Gesammtpflanze, daher ist das Pflanzenleben im steten Absterben begriffen und daher verwendet die Pflanze so viel auf das Hervorbringen zahlreicher Saamen, damit keins ihrer Geschlechter aussterbe.

So bald sich die Wärme vermindert, fangen die das Athmen bewirkenden Blätter an, welk zu werden, sie verändern ihre grüne Farbe in Gelb und dann in Braun und fallen ab; aber auch die Wurzelzellen, die im Frühlinge so geschäftig Nahrung aufsogen, die Zellen des Stammes, die den Saft nach oben leiteten, haben

sich gefüllt, haben ihre Säfte verdickt und sterben ab, sie haben ihre Funktion geschlossen und hinterlassen uns Holzmasse, um uns an derselben erwärmen, um uns Häuser und Geräthschaften aus ihm bauen zu können.

Ein großer Theil von Gewächsen überlebt daher das erste Jahr nicht; die meisten Kräuter keimen im Frühlinge, blühen im Sommer, bringen im Herbste ihre Saamen zur Reife und gehen mit dem Winter zur ewigen Ruhe ein. Die Bäume und Sträucher speichern dagegen im Herbste im Marke und in den Wurzeln Nahrungsmittel auf, die sie im Frühlinge — zugleich mit aus dem Boden zuströmender wäßriger Kohlensäure — sobald die Säfte bei warmen Tagen flüssig werden, zur Bildung neuer Säfte verwenden. An den Wurzeln, deren äußerstes Ende, als jüngster Theil, vorzugsweise der Aufnahme von Nährflüssigkeit vorsteht, verlängert sich die Spitze ununterbrochen, es bilden sich neue Zellen, die frischen Muths ihr Geschäft von Neuem beginnen.

Im Stamme sind die Holzzellen, die Baströhren, die Gefäße, welche während der Vegetationszeit die Nahrung nach den Blättern führten, im Herbste schon wieder verholzt, daher muß sich im Frühlinge um dieselben wieder ein Kreis von neuen Zellen herumlagern, der nun die Leitung des Saftes übernimmt. Ein Jahr darauf ist aber auch dieser wieder abgelebt und es bildet sich nun wieder ein neuer Zellenkreis; daher besteht der Stamm eines Baumes aus einer größern oder geringern Zahl von ineinander steckenden Zylindern, die ihre Entstehung lediglich und allein den Zellen zu verdanken haben.

Aus dem Vorangegangenen ersehen wir: daß der Kohlenstoff einer der wichtigsten Nahrungsstoffe im Pflanzenreiche ist; daß er den einzelnen Individuen aber nicht unmittelbar, sondern nur in Verbindung mit Sauerstoff als Kohlensäure sowohl durch die Blätter, als durch die Wurzeln zugeführt wird. Das Sonnenlicht bewirkt in den Blättern die Zerlegung der Kohlensäure, das zurückbleibende Kohlenoxyd verbindet sich mit Wasserstoff, welchen die Zerlegung des Wassers liefert, die zugleich mit der Zerlegung der Kohlensäure und unter denselben Umständen wie die Zersetzung der Kohlensäure vor sich geht.

Bringt man nun Kohlenoxyd mit den verschiedenen Wasserstoffmengen zusammen, so erklärt sich die Bildung der im Pflanzenreiche vorkommenden nicht stickstoffhaltigen Producte. Befinden sich nämlich in diesen dreifachen Verbindungen Sauerstoff und Wasserstoff im Verhältnisse der Wasserbildung, so entstehen Holzfaser, Stärkemehl, Zucker, Gummi u. s. w.; ist die Wasserstoffmenge aber eine bedeutendere, als im Wasser, so entstehen ätherische und fette Oele, Wachs, Harze u. dergl. Ist dagegen der Sauerstoff überwiegend, so erhält man Pflanzensäuren.

Wir sahen bereits: daß die Pflanzen bezüglich ihrer Selbsterhaltung und ihrer Fortpflanzung sehr sorgsam seien. Deshalb legen sie in ihren Zellen Magazine von Mehl an, die Sagopalme z. B. in ihrem Marke, die Kartoffel in ihren Knollen, der Weizen in seinen Körnern. Diese Sorgsamkeit der Pflanzen für sich wird zum Erhalter der Menschen und Thiere, indem der Mensch sich erlaubt, auf seinen Leib zu verwenden, was ursprünglich als Keim neuer Weizen- und Kartoffel-Generationen dienen sollte.

Der Kohlenstoff, das wichtigste Pflanzenernährungsmittel, leistet überdies bei der Vegetation außerdem noch ungemein wichtige Dienste. Als Licht-Sauerstoff-Ammoniak- und Wasser-Sauger sorgt er nicht allein für hinreichende Erwärmung des Bodens und wird dadurch die Haupttriebfeder, daß im Frühlinge die perennirenden Gewächse sich zu reproduciren vermögen, sondern er reservirt auch die Feuchtigkeit und giebt sie zur Zeit großer Trockenheit an die Gewächse ab, er schützt sie daher auch auf diese Weise vor dem Aussterben. Wie daher der Kohlenstoff als der Barometer des Wohlstandes einzelner Länder (Englands) zu betrachten ist, so hat man ihn auch als Beglücker der Gesammt-Vegetation anzusehen. Nicht vergebens erhebt er daher sein Haupt und lehnt sich auf gegen die dem Wasserstoffe eingeräumte Macht. Wenn Du, ruft er jenem zu, auch in der Verbindung mit Sauerstoff ungemein Großartiges leistest, so kannst Du doch gar vieles nicht ohne mich vollführen. Ich spreche deshalb einen Theil des Dir gespendeten Ruhmes für mich an. Schiffe und Locomotiven zu treiben, dem Menschen Kleider zu weben, das feinste Mehl, den besten Teig herzustellen,

kannst Du nur durch mich. Ich bin es durch dessen Hauch in Deiner Gemeinschaft und in Gegenwart von Licht und Wärme sich die ganze Natur belebt, ich bin es, welcher dem Menschen die saftigsten, wohlschmeckendsten Früchte spendet, durch mich athmet die Gesammtpflanzenwelt. Ich gönne Dir das Tragen von ungeheuren Lasten, allein tritt mit mir in den grünen Wald: wie lieblich ist es hier, welchen Seegen spende ich von hier aus! ich liefere die Materiale zum Tragen jener Lasten, ohne mich wärest Du in dieser Beziehung nichts; ich ergreife Dich und führe Dich hinauf in das schöne grüne Blatt, das so melodisch flüstert; ich lege Dich dem funkelnden Sonnenstrahle vor, der uns zusammen vermählt; ich sauge Dich zugleich mit Sauerstoff auf; ich verstecke Dich und halte Dich so lange verborgen, bis ich weiß, wie außerordentlich ich die Pflanze mit Dir zu laben vermag; bist Du auch sonst noch so mächtig: im Pflanzenernährungsprozesse bleibst Du mir unterthan.

Die Kohlensäure ist eins der allerwichtigsten Nahrungsmittel für das Gesammt-Pflanzenreich; sie wird entweder durch die Blätter aus der Luft aufgesogen, oder durch die Wurzeln aus dem Boden. Im letzteren Falle geht sie in Begleitung von Wasser zugleich mit aufgelöstem Ammoniak, kohlensaurem Kalk, kohlensaurer Bittererde, kohlensaurem Eisenoxydul, kohlensaurem Manganoxydul, phosphorsaurem Kalke, kohlensaurem Kali und Natron, sowie mit Kieselerde in das Pflanzengewebe über. Hier wird sie und ihre Verbindungen zerlegt und der Kohlenstoff zugleich mit den übergeführten andern Nahrungsmitteln, nachdem sich andere organische und unorganische Verbindungen gebildet haben, in den Zellen abgelagert.

Ohne dieses Hauptnahrungs-, ohne dieses Universal-Auflösungsmittel fände keine Pflanzenernährung statt, hörte alles vegetabilische und thierische Leben auf. So sehr daher auch die Vorsehung für das ausreichende Vorhandensein dieses höchst wichtigen Nahrungsmittels gesorgt hat, so hängt dennoch von der sorgsamen Zuführung desselben in den Boden in der Landwirthschaft das Meiste ab. Für die gehörige Beschaffung derselben muß der Landwirth daher sehr besorgt und seine ganze Thätigkeit muß darauf gerichtet sein, sie dem Boden auf zwei verschiedenen Wegen zuzu-

führen. Der eine der letzteren besteht darinnen: den Boden recht mit kohlenstoffhaltigen Bestandtheilen, mit Humus oder andern Saugern zu schwängern, damit dieselben recht viel Sauerstoff und Kohlensäure aus der Luft an sich ziehen und durch ersteren dann recht viel der letzteren bilden; der andere aber besteht in einer recht sorgsamen und sehr oft wiederholten Auflockerung, damit dem so hergerichteten Boden der Sauerstoff und die Kohlensäure der Luft an unendlich vielen Punkten zugänglich werde, damit der mit Kohlensäure geschwängerte Regen und der Thau so sanft als möglich auffalle, damit durch das Aufschlagen auf harte Knollen jene Gasarten nicht aus dem Regen austreten und sich wieder mit der Luft mischen.

Bei dunklem, recht humusreichem Boden gewahren wir recht deutlich: daß es namentlich die Kohlensäure ist, welche zur kräftigen Ausbildung, zur vollkommneren Ernährung das Meiste beitrage; denn abgesehen davon, daß der Humus ein starker Kohlensäure- Sauerstoff- und Wassersauger ist, erhält er hauptsächlich den Boden ungemein locker und bedingt dadurch eine sehr starke Aufsaugung von Kohlensäure. Solch schwarzer humusreicher Boden trägt viele Jahre hintereinander den üppigsten Pflanzenwuchs, ohne daß sich dessen Farbe veränderte, ja bei sorgsamer Beobachtung findet man sogar eine Vermehrung der kohlenstoffhaltigen Bestandtheile und es trägt hier lediglich und allein die physische Beschaffenheit des Bodens, durch welche der Kohlensäure der Luft ein rascher Zutritt geschaffen wird, in Verbindung mit der starken Saugfähigkeit des Humus zu dem üppigen Pflanzenwachsthume bei.

Der sorgsame, der fleißige Landwirth kann daher das wichtigste Pflanzennahrungsmittel ohne Kosten in reichlicher Fülle für seine Aecker aus der Luft beziehen.

Stickstoff, dessen Verbindung mit Wasserstoff zu Ammoniak, sowie dessen Verbindung mit Sauerstoff zu atmosphärischer Luft.

Unsere große Lehrmeisterin, Erfahrung, macht uns mit einer Menge von Erscheinungen bekannt, welche in der Regel später erst wissenschaftlich erklärt werden, dann ihre Nutzanwendung aber auch im erhöhten Maaße finden.

Wir wissen aus Erfahrung: daß auf Feldern, wo man Mist aus Schlächtereien und Gerbereien anwendet, der Gras- Getreide- und Baumwuchs viel üppiger, daß deren Körner- und Fruchtertrag bei weitem bedeutender ist, als auf solchen Feldern, wo mit gewöhnlichem Stallmiste gedüngt wird. Wir wissen ferner: daß auf Feldflächen, wo Schlachten geliefert wurden, auf Kirchhöfen, auch Fallangern, ähnliche günstige Verhältnisse obwalten.

Wir wissen: daß Obstbäume, welche wegen ihres Alters fast keinen Ertrag mehr liefern, wieder tragbar werden, wenn man todte Thiere unter ihnen vergräbt.

Wir wissen: daß wir durch Bestreuen der Felder mit Hornspänen, mit klargemachten Klauen und Knochen, mit Leder ꝛc. ꝛc. nicht nur einen üppigeren Pflanzenwuchs, sondern auch eine vermehrte Saamenbildung erzielen.

Fassen wir nun die Düngerabfälle, welche in Schlächtereien und Gerbereien erlangt werden, genauer ins Auge, so zeigt sich, daß dieselben, außer Knochen, die ihrem Hauptbestandtheile nach phosphorsaure Kalkerde enthalten, aus Haaren, Därmen, Darm-

schleim, Klauen, Horn, Sehnen, Blut und Fleisch bestehen, und daß dieselben Stoffe auf Schlachtfeldern, Kirchhöfen, Fallangern angetroffen werden.

Da diese Stoffe außer Sauer- Wasser- Kohlen- und Stickstoff, den hauptsächlichsten Bestandtheilen unseres gewöhnlichen Düngers, eine größere Menge Stickstoff enthalten, so muß letzterer die so überaus günstige Wirkung auf die Vegetation üben und diese um so kräftiger sein, je lockerer der Boden gehalten, je öfter er also während der fortschreitenden Ausbildung der Gewächse aufgelockert wurde.

Obschon uns die Erfahrung so augenscheinlich auf die kräftige Wirkung jener Düngestoffe hinweist, so war es doch in der Jüngstzeit der Wissenschaft vorbehalten, den in ihnen enthaltenen Stickstoff und dessen Verbindungen als das eigentliche Princip des vollkommeneren Pflanzenwuchses und der vermehrten Blüthen- und Fruchtbildung kennen zu lernen. Bei dem hohen Werthe, welchen der Stickstoff für die Landwirthschaft hat, wird es von Interesse sein, etwas Genaueres über ihn zu erfahren.

Der Stickstoff, ein gasförmiger Stoff, welcher unsere atmosphärische Luft zu $\frac{4}{5}$ zusammensetzt, bildet außerdem einen wesentlichen Bestandtheil der meisten thierischen und einen geringeren Bestandtheil vieler vegetabilischen Körper. Er ist farb- geruch- und geschmacklos und konnte bis jetzt noch nicht zu einer Flüssigkeit verdichtet werden. Im Wasser weniger löslich, als Sauerstoff, ist er zugleich etwas leichter, als die atmosphärische Luft. Der Stickstoff ist ein sehr indifferenter Stoff und vereinigt sich nicht direct mit irgend einem andern Elemente. In neuerer Zeit ist dies bei sehr hohen Temperaturgraden nur mit Kohle, bei Anwesenheit von Pottasche, gelungen. Ein brennendes Licht verlöscht augenblicklich im Stickgase, und Thiere sterben schnell in demselben, nicht weil es an sich schädlich ist, sondern wegen Mangel an Sauerstoff. Der Stickstoff ist einer der wichtigsten Stoffe im organischen Reiche, aber auch der am meisten ins Dunkel gehüllte. Alles Thier- und Pflanzenleben geht mit und durch ihn hervor, doch muß ihm der Sauerstoff stets zur Seite stehen. Er giebt gleichsam den Bändiger des letzteren ab, indem er die zu rasche Ent-

wickelung des Lebensprozesses hemmt und verzögert. Erlangen wir einst genauere Aufschlüsse über diesen räthselhaften Stoff, dann werden wir wohl auch mit Sicherheit auf die Zusammensetzung der Metalle Rechnung machen dürfen.

Mit Wasserstoff vereinigt sich der Stickstoff zu Ammoniak, welches von eben so hohem Interesse für die Landwirthschaft ist. Mit Sauerstoff erhitzt verbrennt der Stickstoff nicht wie der Wasserstoff, noch wird er dabei oxydirt. Viele electrische Funken, durch ein Gemisch von Sauerstoff und Stickstoff gejagt, bedingen die Bildung von Salpetersäure. Geschieht dies im großen Haushalte der Natur, also bei Gewittern in unserer Atmosphäre, wo stets feuchte Luft und Regenwolken vorhanden sind, dann wird durch die Blitze zugleich ein kleiner Theil des Regenwassers zerlegt und der Stickstoff verbindet sich mit dem Wasserstoffe desselben zu Ammoniak. Diese Ammoniakbildung ist die Ursache der günstigen Einwirkung der Gewitter auf die Vegetation.

Eine Verbindung des Stickstoffs mit Sauerstoff — die Salpetersäure — entsteht häufig und in nicht unbedeutender Menge, wenn organische stickstoffhaltige Substanzen bei Gegenwart von Kali, Kalk- oder Thonerde an der atmosphärischen Luft verfaulen, und haben wir hierfür Beispiele an der natürlichen Salpetererde und an den künstlichen Salpeterwänden.

Beobachtet man die Vegetation von Wasserpflanzen in stets erneutem und abgekochtem Brunnenwasser, aus welchem die atmosphärische Luft, folglich auch der Stickstoff vollkommen ausgeschieden wurde, so gewahrt man, daß außer Sauerstoff auch Stickstoff ausgeschieden wird. Da demnach das angewandte Wasser keinen Stickstoff enthält, so mußte derselbe aus der Pflanze selbst ausgeschieden werden, die also verdichteten Stickstoff in sich barg. Versuche von Clouz und Gratiolet lehrten wirklich, daß zwischen dem Aushauchen von Sauerstoff durch die Pflanzen und der Zersetzung eines stickstoffhaltigen Bestandtheils, welcher mit der grünen Materie zusammenhängt, eine innige Beziehung stattfinde.

Lediglich der Stickstoff ist es, welcher in Verbindung mit Licht und Sauerstoff nicht allein das schöne grüne Kleid der Pflanzen

hervorruft, sondern der auch zu den sonstigen Färbungen das Meiste beiträgt, der das Keimen bedingt, der beim Blühen, bei der Befruchtung, bei der Saamenentwicklung ungemein geheimnißvoll, aber um so kräftiger wirkt. Vorzüglich ist es seine Verbindung mit Wasserstoff zu Ammoniak, in welcher er durch die Wurzeln und Blätter in die Pflanzen übergeführt wird.

Bei großer Wärme in der Atmosphäre kann sich das Ammoniak schon aus dem Stickstoffgehalte der Luft bilden, wenn freier Wasserstoff vorhanden ist. Die Wichtigkeit, welche dem Ammoniak bei dem Pflanzenentwicklungs- und Ernährungs-Prozesse beigelegt wird, veranlaßte die Chemiker, sich mit der Bestimmung des Ammoniaks in der Atmosphäre zu beschäftigen, und es ist keinem Zweifel mehr unterstellt: daß das Ammoniak die Quelle ist, welcher die Gewächse die größte Menge des für sie unentbehrlichen Stickstoffs entnehmen, mag derselbe nun aus dem Boden durch den zugeführten Dünger oder aus der Luft aufgesaugt werden. Seine Gegenwart in der Luft wurde schon durch Theodor von Saussure vermittelst des einfachen Versuchs nachgewiesen: daß eine Lösung von schwefelsaurer Thonerde durch längeres Stehen an der Luft sich in Ammoniak-Alaun umwandelt. Im Allgemeinen jedoch ist die Menge des in der Luft enthaltenen Ammoniaks nur gering und wird stets vom Eisenoxyde aufgesaugt, wie weiter unten ausführlicher entwickelt werden wird.

Vile hat schöne Versuche über die Aufnahme des Stickstoffs aus der Luft in die Pflanzen unter einer Glasglocke angestellt und gefunden: daß, wenn man mit jener etwas Ammoniak mische und dasselbe täglich erneuere, die Vegetation bei weitem rascher vor sich gehe. Schon in den ersten Tagen war der Einfluß des Ammoniaks in der Glocke, unter welcher die Versuche angestellt wurden, auf die Pflanzen zu bemerken. Die Blätter nahmen ein lebhafteres Grün an, die Stängel wuchsen höher, die Zweige zahlreicher und entwickelten viel mehr Blätter.

Aber das Ammoniak wirkt nicht auf alle Pflanzen mit gleicher Macht; am empfänglichsten sind die Cerealien dafür. Während dieselben in einer mit atmosphärischer Luft gefüllten Glocke hinfällig und verkümmert erschienen, ihre Stängel sich nicht zu erheben

vermochten, standen sie unter der mit ammoniakhaltiger Luft gefüllten Glocke in kräftigster Entwickelung aufrecht.

Wir sahen weiter oben: daß die Pflanzen für die Keimung, für die Blätter- Blüthen- und Fruchtbildung, für die Färbung ihrer Blätter, Blüthen und Früchte Stickstoff, hauptsächlich aber in seiner Verbindung mit Wasserstoff zu Ammoniak durchaus nothwendig haben. Der Stickstoff findet sich nun, wenn auch in geringer Menge, entweder in der Pflanze selbst, oder er bildet sich reichlicher bei erhöhter Lufttemperatur in der Atmosphäre, oder er wird in größerer oder geringerer Menge durch den zugeführten Dünger in die Ackererde gebracht, woselbst er bei der Umwandlung des Kohlenstoffs durch den Sauerstoff der atmosphärischen Luft in Kohlensäure, durch den bei diesem Prozesse freiwerdenden Wasserstoff in Ammoniak verwandelt und in dieser Form durch die Wurzeln den Pflanzen zugeführt wird. Auf diese Weise empfangen unsere Culturgewächse, welche Menschen und Thieren zur Nahrung dienen, ihren Stickstoffgehalt. Dieser Stickstoff wird durch das aus ihnen bereitete Mehl, ferner durch die Gemüse und die Knollenfrüchte den Thieren und Menschen wieder zurückgegeben.

Der Stickstoff im Ammoniak ist so wichtig, ja noch wichtiger für die Pflanzen, als die Kohlensäure; denn er ist es, welcher das erste Leben im Saamenkorne hervorruft, welcher die Bedingung in sich schließt, daß sich Blüthen entwickeln und aus diesen Früchte, daß letztere im Wachsthume voranschreiten und zur endlichen Reife gelangen.

Die Bildung des Ammoniaks und die Zuführung desselben in die Pflanzen setzt dieselben Bedingungen in der Ackererde, setzt dieselben Witterungsverhältnisse, setzt dieselben Temperaturgrade, wie die Bildung der Kohlensäure voraus; denn gerade wie letztere nur durch vermehrte Wärme im Boden sich in ausreichender Menge zu entwickeln vermag, diese vermehrte Wärme aber einestheils durch eine gute Bedüngung, anderntheils durch eine sorgfältige Auflockerung des Bodens, bei welcher die Sauger durch Einnahme und Verdichtung einer großen Menge von Sauerstoff die Wärme in der Ackererde um 15 bis 18 Grad gegen die äußere Luft steigern, hervorgerufen wird: gerade so verhält sich dies auch bei der Bil-

dung des Ammoniaks; denn bei der Zerlegung des Düngers, welcher in seinen in Humus verwandelten Theilen hauptsächlich aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff besteht, verbindet sich dessen Stickstoffgehalt nebst dem durch das vorhandene Eisenoxyd aufgesaugten mit dem Wasserstoffe zu Ammoniak und tritt in dieser Form durch die Wurzeln in die Pflanzen über.

Je weiter nun die Pflanze im Wachsthum fortschreitet, und je näher sie der Periode kommt, wo sich die Blüthen entfalten, aus denen später die Früchte hervorgehen, um so reichlichere Mengen von Stickstoff (Ammoniak) nimmt sie dann auch in Anspruch. Fehlt in dieser Periode dieser höchst wichtige Stoff, oder wird er durch ungünstige Witterungsverhältnisse nicht in ausreichender Menge oder doch mit zeitweiliger Unterbrechung zugeführt, dann resultiren schlechte Obst- und Getreidejahre mit geringem Körnerertrage.

Erniedrigt sich z. B. während der Baumblüthe die Temperatur, was häufig der Fall ist, obschon lange nicht bis zum Gefrierpunkte, so beginnen nach Verlauf einiger Tage die Staubgefäße, die Narben, die Blumenblätter und endlich die Blüthenstiele schwarz zu werden, die Blüthen fallen ab, und die Aussicht auf ein gutes Obstjahr ist verschwunden. Der Grund hiervon liegt aber lediglich darin, daß durch die eingetretene Temperaturerniedrigung die hinlängliche Menge von Ammoniak nicht zu den Blüthen geführt werden konnte.

Dieselbe Erscheinung tritt hervor, wenn in der Zeit, wo die Getreidearten blühen, anhaltend ungünstiges, namentlich kaltes und regnerisches Wetter eintritt, durch welches die Ammoniakbildung in der Ackererde unterbrochen und dieser befruchtende Stoff zurückgehalten wird. Diese ungünstige Erscheinung erlebten wir in den letztverflossenen Frühlingen und Sommern, und lediglich dem zu wenig zugeführten Stickstoffe sind die geringen Ergebnisse der Winterfrüchte, namentlich des Roggens, welcher am frühesten zur Blüthe gelangt, zuzuschreiben. Weizen und Sommerfrüchte, welche später blühen, wo die Temperatur der Luft durch die höher stehende Sonne und die längeren Tage wohlthätiger auf die vermehrte Aufsaugung des Sauerstoffs im Boden und die dadurch bedingte

höhere Wärme, die eine vermehrte Ammoniakbildung hervorruft, wirkt, lieferten daher durchschnittlich auch einen höheren Körnerertrag.

Selbst beim Winterroggen konnte man in dem letztverflossenen ungünstigen Jahre sehr übersichtliche Erfahrungen über das eben Gesagte sammeln. Auf denjenigen Bodenarten, namentlich dem Sandboden, die durch den vielen Regen nicht zu fest geschlagen wurden, wo also die Sauger ihre Thätigkeit auch bei ungünstiger Witterung fortzusetzen vermochten, wodurch die Zuführung des Ammoniaks zu den Pflanzen nicht allzusehr vermindert wurde, hatte man theilweise einen Körnerertrag, wie er nur in guten Jahren erzielt werden kann; dagegen lieferten gerade die meisten guten und schweren Ländereien, wenn dieselben nicht mit überflüssigem, sehr stickstoffreichem Dünger überführt waren, nur geringe Ausbeute.

Daß der Stickstoff der Bilder und Erhalter der Blüthen ist, daß er auf die Saamen den günstigsten Einfluß übt, wenn die sonstigen Bestandtheile im Boden vorhanden, welche zur Fruchtausbildung erforderlich sind, davon können wir uns bei schlecht gedüngten, ausgesaugten Feldern überzeugen. Bei denselben findet man namentlich in tieferen Lagen, wo hinlängliche Kohlensäure aus der Luft zutreten kann, oft einen sehr kräftigen Stängelwuchs, allein die Aehren sind kurz, und die Fruchtbildung ist unbedeutend.

In nassen, mit thonigem Untergrunde versehenen Bodenarten, wo der Eisengehalt der Thone den Stickstoffgehalt der Luft viele Jahre hintereinander aufgesaugt und zurückbehalten hat, erhalten wir durch die Drainage Erndteergebnisse, die man sich niemals vermuthete. Der Grund hierfür ist aber lediglich der, daß durch die mittels der Drainage hergestellte Saugfähigkeit des Bodens und die durch dieselbe bedingte Wärme eine große Menge von Ammoniak gebildet und zur rechten Zeit in die Pflanze übergeführt wird.

Steht die Temperatur der Luft nicht unter 4^0, so entwickelt sich stets zugleich mit etwas Kohlensäure auch noch etwas Ammoniak, und unsere Getreidearten wachsen daher auch im Herbste

und im Nachwinter, wiewohl langsam fort. Ist nach der Gerstensaat im Frühlinge die Witterung ungünstig d. h. kalt und naß, dann fangen die jungen Pflänzchen, welche zu ihrem Gedeihen den Stickstoff am wenigsten missen können, an gelb zu werden. Hält diese Witterung lange Zeit an, so erkräftigen sich die Pflanzen nur schwer, und der Gerstenertrag bleibt ein geringer.

Die regelmäßige, nur selten unterbrochene Zuführung von Ammoniak zu den Pflanzen in südlichen Gegenden ist daher lediglich die Ursache, warum dort nur selten fehlschlagende Erndten eintreten, und hängt der so überaus reichliche Fruchtertrag hauptsächlich von dem stets in ausreichender Menge sowohl in der Luft als in dem Eisenoxyde des Bodens vorhandenen Stickstoffe ab, und es wird dort, da sich bei der hohen Temperatur auch stets viel Kohlensäure in und außerhalb des Bodens entwickelt, eine Düngung des letzteren nur seltener nothwendig.

Verschiedene Beispiele werden hier nicht allein beweisen, wie günstig der Stickstoff auf die Vegetation wirkt, sondern auch, wie schnell sich bei steigender Wärme Ammoniak bilden und in die Pflanzen übergeführt werden kann, um ungesäumt in denselben günstige Veränderungen hervorzurufen.

Wem ist nicht das herrliche matte Maigrün unserer Wiesen bekannt? Bei kühler Witterung, wie sie in der Regel um diese Jahreszeit herrscht, gewährt es dem Auge längere Zeit einen angenehmen Genuß, allein ein warmer Tag in Verbindung mit einer nicht kühlen Nacht, wo die Sauger ihr Geschäft rascher vollführen, und wo alsdann durch ihre Thätigkeit der jungen Pflanze mehr Ammoniak zugeführt wird, zeigt es uns bald in dunklerem Grün.

Im prachtvollen Hellgrün stehen wallende Buchenwände und stechen gewaltig gegen das tiefe Dunkelgrün der sie begleitenden Fichten und Tannen ab. Bei kühler Witterung erhält sich dieser Abstand lange; sowie sich aber die Lufttemperatur erhöht, wo sich dann sofort Ammoniak in der Atmosphäre bildet, färbt sich das helle Laub schnell dunkel. Am stärksten tritt diese Erscheinung nach einem heftigen Gewitter, bei welchem viele Blitze die Regenwolken durchkreuzen und dadurch Ammoniak bilden, hervor.

Auf den Obstbau hat ein vermehrt zugeführter Stickstoffgehalt aus dem Boden einen wesentlichen Einfluß. Man beobachte in Bezug auf das Gesagte nur die Spalierbäume an Mauern und an Wohngebäuden, wo durch Anwesenheit von Kali, Thon- oder Kalkerde stets die Bedingungen zur Salpeterbildung gegeben sind, aus denen durch Zersetzung Ammoniak hervorgeht; man findet dann leicht, daß man letzterem die vermehrte Tragkraft beizumessen hat. Aber auch die Bäume, welche in Gehöften in der Nähe von Miststätten, auf Kirchhöfen, auf alten Baustätten, an stark befahrenen Straßen, wo viel Thiermist verloren geht, stehen, tragen fleißiger und in reichlicherer Fülle Obst, als diejenigen, welche in Gärten, an Feldrainen und auf Wiesen angepflanzt werden. Auch bei ihnen ist die vermehrte Ammoniak-Zuführung lediglich die Trägerin dieser günstigen Erscheinung.

Nicht vergebens stellt der Gärtner das Bett seines Mistbeetes aus gutem Pferdemiste her: er würde nur wenig Gurken und Melonen zur Blüthe, noch weniger zum Früchtetragen bringen, stünde ihm die leichte Ammoniakentwickelung aus dem Pferdemiste nicht zur Seite.

Aber auch in Bezug auf die Waldbäume und deren Saamenertrag bestätigt sich die Thatsache: daß ein bestimmter Stickstoffgehalt zur Ausbildung der Saamen nothwendig sei. Wir sahen weiter oben: daß sich bei größerer Wärme in der Atmosphäre Ammoniak in derselben bilde, und finden dies umgekehrt durch den Saamenertrag der Waldbäume bestätigt. Jene, welche durch die Wurzeln den Blüthen weniger Ammoniak zuführen können, als unsere Culturpflanzen (indem der Wald nicht gedüngt wird), tragen daher auch nur seltener Saamen. Ist aber letzteres einmal der Fall, dann können wir auch versichert sein, daß dies nur in einem heißen Jahre geschieht, wo eine vermehrte Ammoniakbildung in der Atmosphäre vor sich geht. Solche Haupt-Saamenjahre der Wälder sind dann — wie sich dies von selbst versteht — zugleich auch gute Getreide- und Weinjahre.

Wie gesteigerte Wärme und mit dieser eine vermehrte Stickstoffentwickelung günstig auf die Ausbildung von Blüthen und Früchten einwirkt, dies gewahren wir überdies noch besonders

deutlich an denjenigen Gewächsen und Bäumen, die am spätesten in die Blüthe treten. Unsere Linde, einer der Bäume, welche sehr spät zur Blüthe gelangen, trägt daher auch fast jedes Jahr Saamen.

Aus all' dem Angegebenen sind wir zu entnehmen berechtigt, wie ungemein werthvoll bei unsern klimatischen Verhältnissen eine ausreichende Zuführung von Stickstoff in diejenigen Felder ist, auf welchen Getreide, Gemüse, Oelfrüchte, Obst ꝛc. ꝛc. gebaut werden sollen. Auch in ungünstigen Jahren mit abnormen Witterungsverhältnissen werden bei sorgsamer Ueberwachung und Pflegung der Felder bessere Erträgnisse erzielt werden, namentlich wenn man auf die Erlangung sehr stickstoffreicher Dünger z. B. Guano und thierischer Abfälle sieht. Weiter unten werden wir auf die Wirkungen des Guano zurückkommen.

Bis jetzt lagen manchem praktischen Landwirthe die Erklärungen über die Wirkungen eines oder des andern dieser Düngemittel noch fern, obschon dies das wichtigste Kapitel in der Landwirthschaft ist und nicht oft genug darüber gesprochen werden kann. Man kommt dabei auf gar eigene Erscheinungen, namentlich wenn man seinen Blick über größere Landbaubezirke schweifen läßt. Ich will hier nur eine von diesen, die mit unserer Abhandlung im Zusammenhange steht, berühren.

Wir finden viele Gegenden, in denen der Landwirth lediglich Rindvieh, und finden wieder andere, in denen er vorzugsweise Pferde zur Bestellung seiner Felder verwendet. Fassen wir nun die beiderseitigen Bodenflächen genauer ins Auge, so zeigt sich für erstere in der Regel ein Sand- oder doch mit Sand gemischter Boden, welcher sich leicht auflockern läßt. Dagegen finden wir da, wo mit Pferden bestellt wird, fast immer einen schweren, das Wasser stark bindenden Boden. Durch die schwere Bestellung des letzteren könnte nun Mancher zu der Ansicht gebracht werden, die Pferde würden nur eben deshalb in dieser Gegend gehalten, und wohl mancher Landwirth einer solchen Gegend bekennt sich selbst zu dieser Ansicht. Mag dies theilweise seine Richtigkeit haben, so ist aber dennoch mit weit mehr Zuverlässigkeit anzunehmen, daß es vorzüglich der Mist dieser Thiere ist, welcher dieselben ursprüng-

lich in diesen Gegenden einbürgerte, wo sie dann eine mehre hundert Jahre alte Erfahrung festhielt.

In dem schweren Boden geht die Zersetzung der Düngemittel nur langsam von statten, die Sauger vermögen ihn nicht so zu durchdringen, als dies in den leichteren Ackererden der Fall ist; deshalb muß dem schweren Boden auch ein reicherer, mehr stickstoffhaltiger Strohdünger übergeben werden, welcher zur Zeit der Entwickelung der Blüthen und Früchte den Pflanzen die nöthige Menge von Ammoniak zuzuführen vermag. Pferdedünger ist es aber, welcher diese Bedingungen erfüllt, und wenn auch die Pferdehaltung die Bearbeitung viel kostbarer macht, so überträgt der höhere Ertrag der Felder diesen Umstand doch bei weitem. Letzterer würde sehr zurücksinken, übergäbe man diesen Bodenarten lediglich Dünger von Rindvieh.

Nach Durchlesung dieser Zeilen dürfte sich Manchem die Frage aufdrängen: Auch zugegeben, daß die stickstoffreichen Düngemittel ungemein günstig auf die Fruchtbarkeit des Bodens einwirken, wie sollen sie aber, und namentlich dann, wenn die Bevölkerung mehr und mehr steigt, beschafft werden, um dadurch die vorhandenen Bodenflächen so viel ertragen zu lassen, als jene Vermehrung verlangt? Auch in dieser Beziehung dürfen wir ganz ruhig der Zukunft entgegensehen.

Zur Zeit gehen noch eine Menge stickstoffhaltiger Düngemittel für die Ackererde verloren; ich erlaube mir hier nur auf die Menge Knochen, alter Schuhe und Stiefeln, die man in Dörfern, in schmutzigen Winkeln, Pfützen u. s. w. findet, auf die Menge von Schweine- und anderer Haare, auf die Klauen, auf alte Wollenlumpen, auf Papier und sonstige thierische Abfälle aufmerksam zu machen, deren Ansammlung und Verwendung in der Landwirthschaft ungemein lohnend wäre.

Mit der steigenden Bevölkerung wird aber auch eine vermehrte Menge von stickstoffreichem Dünger den Feldern, sowohl in fester Gestalt, als durch den Harn wieder zugeführt werden. Leider geht man auch in dieser Beziehung, namentlich was den Harn betrifft, immer noch lange nicht so sparsam um, als dies bei der Wichtigkeit dieser Stoffe nöthig wäre; welche Massen derselben

gehen hinter Zäunen und an andern versteckten Orten nutzlos verloren! Die steigende Zufuhre von Guano wird ebenfalls noch viel zur bessern Befruchtung unserer Felder beitragen.

Die reichlichste Quelle zum Bezuge von Stickstoff ist uns jedoch für die Zukunft noch in Aussicht gestellt. Man hat nämlich die Erfahrung gemacht: daß der Stickstoff der Atmosphäre bei hohen Temperaturgraden sich mit Kohle zu Cyan vereinigen läßt, und hat seitdem den Stickstoff der Luft zur Darstellung von Blutlaugensalz verwendet, indem man die atmosphärische Luft über glühende Kohlen leitet, um den Sauerstoff in Kohlenoxydgas zu verwandeln, das Gemenge von Kohlenoxydgas und Stickstoff dann aber über eine bis zur Weißglühhitze erwärmte Mischung von Pottasche und Holzkohle führt.

Wenn dieser Prozeß auch noch kostbar ist, so ist doch der Anfang zur Zerlegung der Luft dadurch gemacht, und die Chemie wird im Laufe der Zeit für billige Wege sorgen, um Stickstoff, diesen für die Landwirthschaft so äußerst wichtigen Stoff, unmittelbar aus unserer Atmosphäre billig herzustellen. Ist es gelungen, den Stickstoff der atmosphärischen Luft unseren Ackerflächen billig dienstbar zu machen, dann ist Uebervölkerung eine Chimäre.

Bis es zu dieser Dienstbarkeit der atmosphärischen Luft in der Oekonomie gekommen sein wird, suche aber jeder Landwirth alle diejenigen stickstoffreichen Körper, mit denen, wie wir täglich zu sehen Gelegenheit haben, theilweise noch auf eine unverantwortliche Weise umgegangen wird, mit größter Sorgfalt auf und führe sie seinen Feldern zu, namentlich versäume er die Auffammlung von Knochen nicht, die in doppelter Beziehung von äußerster Wichtigkeit für die Bedüngung sind, wie wir bei der Phosphorsäure in Erfahrung bringen werden.

Luft.

Ueberall wo wir uns befinden, sei es auf den höchsten Bergen, sei es in den engsten Schlünden, sei es in den tiefsten Gründen, sei es auf Ebenen, sei es auf des Meeres grünen Fluthen, sind wir von einer Flüssigkeit umgeben, die wir in der Regel erst in ihrem schreckenerregenden Wüthen, im Sturme, beobachten. Diese oft kaum bemerkbar säuselnde, zuweilen hohl und unheimlich brausende Flüssigkeit — Luft genannt — umgiebt unsern Erdball überall und steigt bis zu einer Höhe von 9 geographischen Meilen über dessen Oberfläche. Beständig in Bewegung, zeigt sie sich hier als fächelnder Zephir, während sie dort in ungezügelter Aufregung die stärksten Bäume zersplittert, Gebäude niederwirft und stolze Schiffe in den Grund des Meeres bohrt. Sie übt einen mächtigen Druck auf Alles, was sie umgiebt, er beträgt auf jeden □Zoll 15 Pfund. Zur Messung dieses Druckes besitzen wir ein Instrument, Barometer genannt, dessen Queckſilber um so höher steigt, je mehr sich dieselbe über jenem aufhäuft. So leicht uns die Luft erscheint, indem wir von unserem Entstehen aus an ihren Druck gewöhnt sind, so ist ihre die Erdkugel umgebende Menge doch von einem ungeheuren Gewichte, welches 150000 Billionen Centner wohl übersteigen dürfte.

Diese in der Regel nur selten gehörig beachtete Flüssigkeit ist vom höchsten Werthe für alles Lebendige auf unserer Erde, denn ohne ihr Vorhandensein wäre dieselbe weder von Thieren noch von Pflanzen bewohnt. Sie besteht aus einem Gemische gasförmiger Elemente und gasförmiger Körper, die zum Leben der Thiere und Pflanzen in den innigsten Beziehungen stehen und die wir in

den vorhergehenden Abschnitten einzeln bereits kennen lernten. Wir kommen daher hier nur in aller Kürze auf sie zurück.

Stickstoff und Sauerstoff, die beiden Elemente in der Mischung der Luft, verhalten sich dem Gewichte nach wie 79 zu 21, die Kohlensäure beträgt circa $\frac{1}{2000}$ Theilchen und der Wasserdunst vielleicht durchschnittlich $\frac{1}{130}$tel; aber noch viel geringer, als der Kohlensäuregehalt, ist der des Ammoniaks.

Bereits erfuhren wir: daß der Sauerstoff eine farblose Gasart ohne Geruch und Geschmack sei. Ein in dasselbe gebrachtes Licht brennt in ihm zwar viel heller, es verzehrt sich aber auch ungemein schnell; dasselbe ist beim Athmen der Thiere in ihm der Fall. Freudiger erregt, lebendiger, lebenskräftiger erscheint das Thier im Sauerstoffgase; das Blut, rascher die Adern durchströmend, erregt die Nerven zur stärksten Thätigkeit, allein einem solchen Leben folgt ein rascher Tod. Auch der Stickstoff ist eine farb- geruch- und geschmacklose Gasart, unterscheidet sich aber vom Sauerstoffe dadurch daß ein in dasselbe gebrachtes Licht sofort erlischt: daß das Athmen in ihm nicht fortgesetzt werden kann, der Tod also plötzlich erfolgt.

Die Kohlensäure, eine Verbindung von Sauerstoff und Kohlenstoff, ist der Luft nur zu $\frac{1}{2000}$ beigemischt. Im reinen Zustande wirkt sie auf den thierischen Organismus als Gift, während sie das Pflanzenwachsthum ungemein begünstigt. Während Sauerstoff $\frac{1}{9}$ schwerer als Luft, der Wasserstoff aber $\frac{1}{16}$ leichter als diese ist, hat die Kohlensäure ein bei weitem höheres Gewicht, mischt sich mit jenen Stoffen aber doch so gut, daß sie in allen Höhen der Luftschichten gleichmäßig vertheilt auftritt, wenn nicht äußere Einwirkungen sie lokal vermehren oder vermindern.

Wo immer nur Wasser der Einwirkung der Luft ausgesetzt ist, da bildet sich auch Wasserdunst; wir können dies am deutlichsten wahrnehmen, wenn wir in heißen Sommertagen die Fußböden unserer Zimmer mit Wasser besprengen: dasselbe verschwindet dann schnell, steigt als unsichtbarer Dampf, eine Menge von Wärme bindend, in die Höhe und mengt sich mit der Luft in unsern Zimmern.

Das Ammoniak, eine Verbindung von Stickstoff und Wasser-

stoff, entsteht bei Zersetzung thierischer Körper und geht dann in Gasgestalt in die Mischung der Luft ein.

Zu allen Zeiten und an allen Enden enthält unsere atmosphärische Luft diese 5 Gasarten, mit einigen wenigen außerwesentlichen gasförmigen Beimengungen z. B. Salpetersäure. Wie bereits bemerkt, müßten die Pflanzen absterben, müßten die Thiere verschwinden, träte eine Aenderung in den Mischungsverhältnissen unserer Luft ein.

Wenn man von der Luft im Allgemeinen spricht, so werden die drei zuletzt aufgeführten Gasarten in der Regel nicht berücksichtigt, man begreift unter dieser Benennung dann nur die Mischung von Sauerstoff und Stickstoff. Die Kohlensäure läßt sich in derselben jedoch sehr leicht nachweisen, wenn man ihr ein Gefäß mit Kalkwasser offen aussetzt; auf demselben erscheint dann sehr bald ein weißer Ueberzug, welcher sich mehrt und als kohlensaurer Kalk zu Boden fällt. Dagegen kann man in heißen Tagen den Wasserdunst recht gut aus ihr ausscheiden, wenn man recht kalt gehaltene Metalle oder Glas-Platten in sie bringt; ungemein rasch verdichtet sich derselbe dann an jenen und schlägt sich dann in Gestalt kleiner Tröpfchen, die sich vergrößern und endlich an ihnen herabfließen, auf ihnen nieder. Im gewöhnlichen Leben bezeichnen wir diesen Niederschlag mit dem Namen des Schwitzens der Gegenstände, die von der Kälte in die Wärme gebracht werden.

Wir wissen: daß der Sauerstoff beim Athmen der Menschen und Thiere vermittelst des Einnehmens desselben in die Lunge den Kohlenstoff des Blutes verbrennt und auf diese Weise Kohlensäure bildet und daß dadurch die für das Leben unumgänglich nothwendige Wärme erzeugt wird; wir wissen: daß die Pflanzen Kohlensäure einathmen: daß das Licht die Zerlegung derselben bewirkt: daß die Pflanzen also den für das Leben der Thiere unentbehrlichen Sauerstoff wieder herstellen. Letzterer ist daher einer unserer wichtigsten Grundstoffe, der aus keiner andern Quelle so reichlich und in so glücklicher Mischung zu beziehen ist, als aus der Luft. Wäre er hier nicht in so außerordentlicher Menge vorhanden und hätte die Luft die Eigenschaft nicht, Alles zu durchdringen, so wäre das Leben der Thiere und Pflanzen jeden Augen-

blick gefährdet. Ebenso verhält es sich mit der Unterhaltung des Lichtes, mit der Unterhaltung der Verbrennung. Wäre die Luft nicht, dann würden wir weder Licht noch Feuer haben, und Holz, Steinkohlen, Fett, Oel hätten keinen Zweck.

Wir sahen: daß im reinen Sauerstoffe das Leben ein rasches, ungemein reges: daß es aber auch ein nur kurzes sei; daher ist das Mischungs-Verhältniß zwischen Sauerstoff und Stickstoff in unserer Atmosphäre ein so ungemein günstiges für das Bestehen alles Lebenden; denn wäre nur Sauerstoff vorhanden, dann wäre der Zerstörungssucht desselben nicht allein Thür und Thor geöffnet und er würde alles Lebendige in kürzester Frist wegschaffen, sondern auch mit den vorhandenen Brennmaterialien eine Feuersbrunst entzünden, die sich dann erst löschte, wenn alles Brennbare auf der Erde verschwunden wäre. Der Stickstoff ist dem Sauerstoffe daher als Zügler der Leidenschaft, als strenger Hofmeister an die Seite gestellt, damit er ihn überall bändige. Als solcher zeigt er sich großartig und wird Pflanzen und Thieren zum allgemeinen Beschützer.

Gerade so wie der Sauerstoff der Luft das eigentliche Lebensprincip für die Thiere ist, so ist es die Kohlensäure für die Pflanzen. Damit sie dem thierischen Organismus wegen ihrer giftigen Eigenschaft nicht nachtheilig werde, wurde sie der atmosphärischen Luft nur in geringer Menge beigemischt.

Für Pflanzen und Thiere ist aber der in der Luft enthaltene Wasserdunst vollkommen unentbehrlich; denn im lebenden Zustande besteht die Pflanze bis zu $\frac{3}{4}$ ihres Gewichtes aus Wasser. Dasselbe steigt als Dunst ununterbrochen von ihren Blattflächen aus in die Luft. Die Pflanze ist daher — wie wir bereits beim Wasser sahen — die Ausgleicherin des Wassergehaltes zwischen Meer, Luft und Erde. Hätte die Luft keinen Wasserdunst in sich aufgenommen, so würden die grünen Pflanzentheile und die Blätter das Wasser bei weitem schneller verdunsten, als sie desselben aus dem Boden durch die Zellen nachzusaugen vermöchten; die Folge davon wäre Verwelkung, rasches Verdorren und Absterben der Zellen.

Auch bei den Thieren spielt das Wasser eine große Rolle.

Hier stellt es sich dem Gewichte nach ebenfalls als ein Hauptbestandtheil dar. Ein ausgewachsener Mann von 170 *U.* Gewicht trägt stets 140 *U.* Wasser mit sich herum, während seine festen Bestandtheile nur 30 *U.* wiegen. Durch Lunge und Haut wird fortwährend Wasser verdunstet; wäre die ihn umgebende Luft aber auch vollkommen trocken, so würde seine Haut verrunzeln und sein von Fiebern geschüttelter Körper unter den schrecklichsten Qualen verdursten.

Daher muß die Luft, die wir athmen, stets feucht sein; wäre sie dies nicht, so würde nur zu bald alle Feuchtigkeit ausgeathmet sein, welche das Zellgewebe des Körpers anfüllt und er dann als eine schwarze Mumie erscheinen. Die heißen trocknen Winde der Wüsten tödten den Körper auf diese Weise, denn sie entziehen ihm bei ihrer vollkommenen Trockenheit alle Feuchtigkeit. Von unaussprechlicher Wichtigkeit ist daher die Feuchtigkeit der Luft für das Bestehen alles Lebendigen auf der Erde, denn sie ist in den unzähligen Zellen der Pflanzen genau so unentbehrlich, als in den Lungen und den übrigen Theilen des thierischen Körpers.

Nicht der Regen allein — ja dies wohl nur zum kleinsten Theile — versorgt unsere Natur mit dem so äußerst nothwendigen Wasser, der Dunst besorgt dies im höheren Grade. Taucht die Sonne im Sommer hinab in des Meeres Fluthen und bricht die Kühle der beginnenden Nacht über uns herein, die die unter dem Drucke sengender Hitze schmachtenden Pflanzen wieder aufrichtet, dann steigt mit ihr zugleich der Wasserdunst herab aus der Atmosphäre und labt mit seinem erfrischenden Hauche das grüne Blatt. Begierig strecken die Sauger ihre Fangarme ihm entgegen und verbergen ihn sorgsam in ihren unsichtbaren Höhlen, um ihn mit dem beginnenden Morgen durch die Wurzeln den Blättern durch eine Unzahl von Zellen zuzusenden. In sichtbaren und unsichtbaren Nebeln, fein wie der unsichtbare Hauch, undurchdringlich wie der stärkste Rauch, senkt er sich nieder auf den abgekühlten Boden. Wie labt sich die Pflanze in diesem Göttersafte! wie stärkt sie den Wohlgeruch der Blüthen und ruft eine Unzahl von prachtvollen Nachtschmetterlingen herbei, um ihnen den Honigthau aus ihren Kelchen zu schenken!

Die Beimengung von Ammoniak ist ebenfalls hochwichtig für das Leben und Gedeihen der Gewächse, ganz besonders in den heißen Klimas. Dasselbe entsteht beim Verwesen thierischer und pflanzlicher Stoffe bei Gegenwart von Wasser und Luft und ist stets die Ursache des stechend unangenehmen Geruchs faulender Massen.

In Pferdeställen, die unsauber gehalten und nicht gehörig gelüftet werden, tritt uns dasselbe im Sommer stets entgegen und belästigt unsere Augen. Auch bei Gewittern wird es gebildet, weshalb es sich in heißen Gegenden häufiger als in kälteren entwickelt.

Zwei Elemente: Sauerstoff und Stickstoff, und 3 Verbindungen: Wasserdunst, Kohlensäure und Ammoniak sind es also, die unsere Luft zusammensetzen, sie sind es, in denen sich das Leben der Thiere und Pflanzen gestaltet, in denen es sich fortsetzt und ausbildet. Keiner dieser Bestandtheile darf fehlen, und wenn auch das Ammoniak in unserm Klima nicht ausreicht und dem Boden im Dünger beigebracht werden muß, um das Saamenkorn keimfähig zu machen, um das junge Pflänzchen zu kräftigen, um Blüthen und Früchte in demselben hervorzurufen, so ist es dennoch von hoher Einwirkung in unsern Wäldern, namentlich aber in südlichen Gegenden, wo man den Feldern nur selten Dünger zuzuführen nothwendig hat.

Wie überall, so zeigt sich auch in der Mischung unserer Luft die Weisheit und Unfehlbarkeit unseres Schöpfers; die giftige Kohlensäure, so gefährlich für den thierischen Körperbau, wurde scheinbar nur in geringer Menge in die atmosphärische Luft niedergelegt und dennoch ist sie auf Tausende von Jahrtausenden ausreichend für unsere Pflanzenwelt, für welche, wie wir sahen, sie vollkommen unentbehrlich ist.

Der Boden, auf welchem die Pflanzen wachsen.

In der richtigen Kenntniß unserer Ackerkrume, Boden, und der Bestandtheile, welche derselben zugeführt werden müssen, um reichliche Erndten auf ihr zu erzielen, beruht nicht allein die Wohlfahrt aller cultivirten Völker, sondern letztere kann auch lediglich und allein nur durch die fortschreitende Bodencultur gehoben werden.

Der Ackererde verdanken wir unsere Nahrung, durch sie beziehen wir unsere Kleidung, durch sie richten wir unsere Wohnungen bequem ein. Vermittelst derselben vermehren und veredeln wir unsere Brodfrüchte, erlangen unsern Oel- und Fettbedarf, erziehen unser Fleisch. Es unterliegt daher nicht dem geringsten Zweifel: daß die Ackererde nicht allein der Begründer, sondern auch der Stützer und Vervollkommner, so wie der Erhalter der Gesammt-Industrie sei. Es ist daher Pflicht eines jeden Menschen, sich mit dem Boden genau bekannt zu machen, denn von seiner guten Behandlung und Bedüngung hängt neben dem ausreichenden Vorhandensein von Licht, Wärme, Electricität und Wasser ja das Bestehen des ganzen Menschengeschlechts ab. Seine genauere Kenntniß giebt uns aber in der Neuszeit auch gar wichtige Aufschlüsse. So war man z. B. vor noch nicht langer Zeit der Ansicht: daß ein schwerer fetter Boden beim Betriebe der Landwirthschaft besser sei und bezahlte Güter mit solchem viel theurer, als diejenigen, die einen leichten Boden besaßen. Neurer Zeit giebt man aber gerade letzteren und zwar wegen ihrer Billigkeit den Vorzug und baut, bei gehöriger Bedüngung, auf ihnen dieselben schweren Weizenkörner, wie auf jenen.

Wenn man dem Boden die gehörige Pflege und Aufmerksamkeit schenkt, so erweist er sich äußerst dankbar. Nachdem man dies in England erkannt hatte, versorgt derselbe dort im Augenblicke 7 Millionen Menschen mehr mit vortrefflichem Weizen, als vor 40 Jahren früher. Man übergiebt ihm aber auch Guano, Knochenmehl, Knochenkohle aus Zuckerraffinerien, Wollenlumpen, Haare u. s. w. in einer Quantität, die jährlich mehrere Millionen Centner übersteigt. Aber auch in Frankreich geschieht jetzt viel für die Pflege des Bodens; 500000 Ctr. Thierkohle, 600000 Ctr. Staubmist, 200000 Ctr. Wollenlumpen, Scheerwolle, getrocknetes Fleisch, Blut u. s. w. werden dort als Dünger verkauft. Oestreich schreitet in dieser Beziehung rasch vor und in der Jüngstzeit wird in Wien ein trefflicher Dünger bereitet und in den Handel gebracht. Sachsen und Belgien zeichneten sich bezüglich der Aufmerksamkeit, welche sie dem Boden schenkten, schon längst vortheilhaft aus. Nichts bedarf aber auch der Aufmerksamkeit der Staatsregierungen im höheren Grade, als die Landwirthschaft. Man besuche die britische Inselgruppe, dort begegnen uns in den Farmern gebildete, wohlhabende Leute, die Freude an ihren wohlgenährten, in bequemen Wohnungen untergebrachten Arbeitern haben. Der dortige Farmer begnügt sich aber nicht allein mit der Praxis; er betreibt seine Landwirthschaft wissenschaftlich und dies gerade ist es, was in Verbindung mit dem Schutze und der Vorsorge einer wohlwollenden Regierung die Anstrengung, den Fleiß und die Beharrlichkeit in so kurzer Zeit krönt und große Capitalien abwirft.

Nichts ist daher in einem Lande von höherem Werthe, als der über dasselbe ausgebreitete Boden, nichts sollte aber auch Seitens der hohen Staatsregierungen mit größerer Aufmerksamkeit behandelt werden. Der Boden Englands war vor einer kurzen Reihe von Jahren noch sehr erschöpft; durch die Einfuhr von Knochen und Guano wurde die Landwirthschaft daselbst aber ungemein gehoben. Stellen wir nun die Frage, wann der Aufschwung der dortigen so gewaltigen Industrie begann, so erhalten wir zur Antwort: mit der Hebung des Ackerbaues. Gerade so ist es in Belgien; gerade so in Sachsen.

Bei der Behandlung des Wassers und des Wasserdunstes

sahen wir, was für Calamitäten über die gesegnetsten mit der üppigsten Vegetation bedeckten Länder hereinbrechen können, wenn in denselben Entholzungen in zu großem Maasstabe vorgenommen werden; wenn dabei der Boden aber auch vernachlässigt und demselben keine, oder doch die gerade nothwendigen Düngstoffe nicht wieder zugeführt werden, dann ist es hohe Zeit, daß von Seiten der Staatsregierungen eingeschritten wird, damit das Land nicht entvölkert, damit die Bevölkerung nicht entkräftet werde. Wodurch sanken mehrere der hochstehenden, so gebildeten Volksstämme des Alterthums? Man sagt durch Ueppigkeit und Schwelgerei. Der eigentliche Grund lag aber tiefer. Bei der mehr und mehr wachsenden Bevölkerung entzog man dem Boden die Nahrungsstoffe, ohne sie in hinreichender Menge wieder zu ersetzen, man trieb die Waldungen ab, ohne sie wieder anzubauen und machte dadurch den Boden auf doppelte Weise unfruchtbar. Viele Jahrhunderte sind seit dieser Zeit verflossen und dennoch wurde es der Natur während dieser langen Zeit nicht möglich, dem Boden die frühere Kraft, den Wäldern die frühere Vegetation wieder zu ersetzen; öde, wüste und kahl stellen sich daselbst heute noch Flächen dar, auf denen vor Tausenden von Jahren die höchste Cultur, die üppigste Pracht waltete. Mit dem ärmer werdenden Boden sinkt und erschlafft die Bevölkerung, der Geist wird träge, die Prachtbauten verfallen, der die Gegend bewohnende Mensch zieht sich scheu vor ihnen zurück und schlägt seine Wohnung unter einem Schutthaufen auf. Daher erlaube ich mir hier nochmals auszusprechen: es möge sich Alles vereinigen, um dem Boden die größte Aufmerksamkeit zuzuwenden; denn durch ihn wird nicht allein der Körper gekräftigt, durch seine bessere Herrichtung wird auch der Geist gestählt und ausgebildet. Durch ihn gelangen wir zu bequemen Wohnungen, zu billigen und warmen Kleidern, mit seiner sorgfältigen Bebauung hebt sich die Industrie, die Wissenschaft und Kunst. Durch ihn wächst der Wohlstand, die Sittlichkeit und Religion.

Wenn die gesetzgebenden Gewalten in Spanien darauf sähen, daß jenes von der Natur so ungemein begünstigte Land wieder mit mehr Waldungen bedeckt würde, dann würde die Bevölkerung sich rasch mehren und Industrie und Gewerbswesen schnell zur Blüthe

gelangen; so lange dafür nichts geschieht, werden alle Verfassungsänderungen und Verbesserungen nicht ausreichen, um Wohlbehagen und Wohlstand daselbst wieder einzubürgern.

Gehen wir nun specieller auf die Bildung und Veredlung des Bodens über.

Gleich wie unsere Atmosphäre der Behälter gasförmiger Stoffe, der Luft, ist, so umgiebt die Außenfläche unserer Erde ein Haufwerk loser, gröberer oder feinerer Gesteinstheilchen, welche Ackerkrume genannt wird. Dieselbe verleiht den Pflanzen nicht allein den Haltpunkt zu ihrer aufrechten Stellung, indem sich dieselben mit ihren Wurzeln in die Erde eingraben, sondern die Pflanzen entnehmen ihr auch einen großen Theil ihrer Nahrungsbestandtheile.

Vom Anbeginne an war unsere Erdoberfläche nicht so, wie sie sich uns im Augenblicke darstellt. Im Laufe einer Unzahl von Jahren war sie den großartigsten Veränderungen unterworfen. Obschon viele derselben täglich noch fortgehen, so sind sie uns, bei unserm kurzen Erdenleben, doch kaum bemerkbar. Der Verwittrungs-Prozeß, die auflösende und fortschaffende Gewalt des Wassers, das Eis und der Wind, die Kohlensäure sind es, die seit der unendlichen Reihe von Jahren, seit welcher die Erde besteht, so verändernd auf deren Felsmassen einwirkten und dadurch unsern Boden hervorriefen.

Ohne den Verwittrungs-Prozeß würden überall kahle nackte Felswände, jähe Klippen und steile Riffe sichtbar, würde die Erde öde, wüst und leer sein. Statt des prachtvollen Grüns, statt des einnehmenden Farbenschmelzes würden uns graue Massen, nur hie und da mit einer dunklen Flechte, mit einem falben Moose begleitet, entgegenstarren. Keine höhere Pflanze, die für ihren Standpunkt ein Haufwerk loser Gesteinstheilchen nothwendig hat, würde ihr Leben zu fristen vermögen, wäre die Verwittrung nicht vorhanden.

Bedenken wir nun, in welch inniger Beziehung die Pflanze zum Thiere steht, bedenken wir: daß letzteres ohne jene gar nicht zu leben vermag, indem es ja gerade die Pflanze ist, die das Thier unmittelbar mit den nothwendigsten Nahrungsmitteln versorgt, die

dem Menschen Obdach und Wärme spendet, ja auf und in welcher ganze Thiergeschlechter geboren und begraben werden, so lernen wir den Verwittrungsprozeß als denjenigen kennen, der das Leben auf der Erde einleitete, ja der zuerst die Pflanze hervorrief, um durch sie das Leben der Thiere zu sichern.

Unsere Ackererde entsteht also durch Verwittrung und diese ist eigentlich weiter nichts, als der Zerstörungstrieb des Sauerstoffs, welcher zur Ausführung dieses Geschäfts sich mit verschiedenen Kräften verbündet. Durch die Verwittrung werden die Felsen mürbe gemacht und in Staub verwandelt, werden thierische und pflanzliche Körper zerstört. Wind und Wasser übernehmen deren Mengung, welche an sich schon dadurch erleichtert ist, daß in der Aufeinanderfolge unserer Gebirgsarten ein beständiger Wechsel stattfindet. Auf diese Weise treten die verschiedensten Gesteinstheilchen, die mannigfachsten Salze und Säuren, eine große Menge organischer Stoffe in die Ackerkrume ein, die um so fruchtbarer wird, je verschiedener die Gesteinstheilchen, je kleiner dieselben, in je größerer Quantität sie abgelagert und je mehr sie mit Thier- und Pflanzenüberresten geschwängert ist. Bevor wir uns nun weiter mit der Ackerkrume befassen, erscheint es zweckmäßig die Bildner derselben etwas genauer kennen zu lernen.

Der Sauerstoff, welchen unser Schöpfer der Erde so reichlich spendete, daß er zu $\frac{8}{9}$ im Wasser, zu $\frac{1}{2}$ in der Erdrinde, zu $\frac{1}{3}$ in der Luft getroffen wird: daß er den Menschen- und Thierleib zur Hälfte, zum Drittel den pflanzlichen Organismus zusammensetzt, ist der Hauptbeförderer der Verwittrung. Er schont den härtesten Granit, den festesten Kiesel nicht; an Kalkstein, Schiefer, Basalt, Porphyr, Syenit, Diorit, an Gneus u. s. w. tritt er hinan; er sucht das kleinste Astloch eines riesigen Baumes, die geringste Wunde eines Thieres auf, schleicht sich hinein, setzt sich fest und beginnt von da aus sein Zerstörungswerk. Er naht sich dem Gesteine im Regen, er versteckt sich in den Schnee und dringt dann zugleich mit dem Wasser in die feinsten Spalten, in die unsichtbarsten Risse und zersplittert und zerspaltet durch Oxydation Felsmassen, welche der vereinten Kraft von Hunderten von Menschen widerstanden haben würden. Er läßt sich zugleich mit dem Stickstoffe

der Luft in die entlegensten Spalten des Erdinnern tragen, treulos verläßt er dort seinen Gefährten, verbindet sich mit dem Kohlenstoffe zu Kohlensäure und unterwühlt und höhlt ganze Berge aus. Ueberall zwickt, nagt und zerbricht er die spitzesten Ecken, die schärfsten Kanten der festesten Krystalle sind ihm nicht spitz, sind ihm nicht scharf genug, er schleift sie ab. Er kennt weder Ruhe noch Anstrengung, ihm sind Tausende von Jahren ein Nichts; daher fragt er weder nach der Zeit, noch kümmert ihn der Raum. Seine einzige Lust und Freude hat er am Zerstören, um in demselben wieder aufzubauen. Indem er hier Gesteinstheilchen von festen Kiesel- Kalk- Thongesteinen zusammenhäuft, dort das Kali und die Bittererde aus bestehenden Verbindungen reißt, sich mit Wasserstoff verbündet, um das Gemenge zu befruchten, zerstört er zugleich einen knorrigen Stamm, zerlegt er eine alterschwache Maus in ihre Bestandtheile; ein Saamenkörnchen, was zufällig in das Gemisch fällt, schwellt er auf, läßt es ein Keimchen treiben, er hätschelt und pflegt sein Kind sorgfältig bis zum Reifen der Früchte; doch wehe dem Stängel, wehe dem Saamen, erbarmt sich derselben nicht bald eine milde Hand; denn so wie die Reife vorüber, beginnt er bei vorhandener Feuchtigkeit auch sein Zerstörungswerk von Neuem und opfert die kaum gebildete Pflanze unnachsichtlich seiner Leidenschaft auf.

Ueberall setzt sich der Sauerstoff fest; er nagt unausgesetzt, er ist der Zahn der Zeit. Wenn auch noch so langsam zu Werke gehend, so verliert er seinen Zweck doch niemals aus dem Auge; ja er erreicht dadurch um so sicherer sein Ziel. Er zersprengt den Mörtel, der Jahrtausende Widerstand geleistet hat, er vermodert das Holz, er zerfrißt den Thierleib, er erblindet das Glas, er ermattet die blankſten Metallflächen und sucht, wo er sich auch befinde, immer und immer Ackererde zu bilden. Das Wasser welches er zu $\frac{8}{9}$ beherrscht, indem er dem Wasserstoffe nur $\frac{1}{9}$ Platz vergönnte, ist ein steter Begleiter seiner Zerstörung, ist ein treuer Begleiter seines Aufbauens; daher übernahm es beim Verwittrungsprozeß und der Ackererdenbildung eine so gewichtige Rolle. Es hat dasselbe die merkwürdige Eigenschaft seine größte Schwere und Dichtigkeit schon bei 3^0 R. vor dem Gefrierpunkte in Anspruch zu nehmen, beim Festwerden sich aber wieder auszudehnen. Hierdurch wird es in

kälteren Gegenden der Erde ein mächtiger Bundesgenosse des Sauerstoffs; es drängt sich in die Klüfte, Spalten und Schiefrungsebenen ein und sprengt nach dem Gefrieren die festesten Gesteine. Als Gletscher richtet es auf diese Weise und selbst in südlichen Gegenden die merkwürdigsten Zerstörungen an. Durch die beständige Ausdehnung und die dadurch erfolgende Vorwärtsschiebung der gewaltigen Eismassen zertreibt es die härtesten Granite, spaltet ganze Felsstücke und zertrümmert sie in die feinsten Theilchen. Daher sehen wir die von den Gletschern herabströmenden Gewässer beständig trübe, sie liefern ein ungeheures Material für die Ackerkrume. Als Wasser wirkt es nicht minder durch seine Gewalt und Schwere in Wasserfällen und reißenden Bächen und Strömen. Fortstürzend bemächtigt es sich großer Felsstücke, zertrümmert dieselben, indem sich mehrere derselben neben einander und zugleich auf der mit großen festen Steinen belegten Bach-Sohle und dessen Ufern wälzen. Man verfolge nur einen muntern Gebirgsbach von seiner Quelle in hochgelegenen Alpen bis herunter, wo er langsam durch die Tiefebenen schleicht. Die Steinmassen, welche sein Bette erfüllen und ihn zu Tausend und aber Tausend Windungen nöthigen und sein mächtiges unheimliches Brausen, sein tosendes Donnern veranlassen, werden um so kleiner, je mehr sich die Massen der Ebene nähern. In letztern zeigen sich anfangs nur noch gröbere Sande, zuletzt aber nur ganz feine Schlammtheilchen.

Besonders zerstörend sind die Wogen des Meeres, sie wirken angreifend und zerreibend gegen die Felsmassen der Küsten, indem der harte Kiesel so lange an sie anschlägt, bis sie nach und nach der Zerstörung unterliegen.

Auf unserer Erdoberfläche findet ein beständiger Wechsel zwischen Berg und Thal, Hügel und Ebene statt, das durch den Regen einströmende Wasser sucht fortwährend die Hervorragungen der Erdoberfläche zu erniedrigen und ihre Unebenheiten auszugleichen. Daher werden die von den Gebirgen abgetrennten Theilchen vom Wasser in die Ebenen oder in die Tiefen des Meeres getragen; reißende Ströme besorgen dieses Geschäft und lassen die zerriebenen Theilchen an ihren Mündungen oder, bei Ueberschwemmungen, auf jenen Ebenen sitzen. Auf diese Weise bildet sich stets neuer Boden.

Die mechanische Gewalt des herabstürzenden Regens, des Schnees und Hagels erscheint zwar nur gering, allein in der Länge der Zeit üben sie dennoch einen großen Einfluß. Wo Wassertropfen, Schnee und Hagelkörner hinfallen, da wirken sie angreifend, da zerstören sie; denn der Regen mischt sich mit den feinen Kieseltheilchen, welche der Sturm in die Luft führt, und diese schleifen die härtesten Felsen ab.

Auf kurze Zeiträume und bei reiner Luft erscheint die Zerstörung durch Winde nicht von Bedeutung, wird aber der Sand in der Wüste oder der Staub in den Straßen zugleich mit Regen längere Zeit gegen Felsen, Gebäude und Bäume geworfen, so reibt er nach und nach Theile ab. Vielfach dient der Wind im Sturme dazu, Bodenmischungen zu veranlassen. Von den Küsten des Meeres trägt er den Sand tief in die Länder und mischt ihn mit den Torfmooren.

Auch die Electricität zerstört, wenn schon unmerklich im Augenblicke, doch mächtig in langen Zeitläuften. Die Verschiedenheiten der Stoffe auf unserer Erde halten stets eine electrische Spannung rege, die sich in allerlei Zersetzungen äußert und auch der Blitz hilft getreulich beim Zerstörungswerke.

Wir sahen so eben, wie mächtig der Sauerstoff, das Wasser, die Winde, die Electricität die Bildung des Bodens befördern; im nicht geringern Verhältnisse thut dies die Kohlensäure. — Verfolgen wir die mächtigen Ablagerungen der verschiedenen Kalkformationen in unsern Ebenen, im bergigen Lande, in den gewaltigen Zügen der himmelansteigenden Alpen, so finden wir: daß die Kohlensäure in Verbindung mit Wasser stets zerstörend auf dieselben einwirkt. Dieselbe hat nämlich die Eigenschaft, wenn sie in Wasser gelöst ist, einen Theil kohlensauern Kalks aufzunehmen, und ihn wieder fallen zu lassen, wenn sie wieder an die Luft austritt oder Verbindungen mit andern Körpern eingeht. Der auf diese Weise aufgelöste kohlensaure Kalk wird im Wasser fortgetragen und setzt sich, sobald ihn die überschüssige Kohlensäure verläßt, zugleich mit Kiesel und Thon ab. Recht überzeugende Beispiele von diesem Prozesse erhalten wir bei Quellen, welche den sogenannten Tuffkalk absetzen z. B. beim Karlsbader Sprudel. Allein nicht allein bei der letztgenannten

Quelle gewahrt man dies, auch die Bewohner solcher Gegenden, welche ihr Wasser für die Hauswirthschaften aus Quellen und Bächen schöpfen, die aus Kalksteinen hervorbrechen, können sich täglich überzeugen, wie geschäftig die Kohlensäure ihr Zerstörungswerk betreibt; sie werden nicht fertig mit Reinigung ihrer Gläser, mit Scheuern ihrer Küchengeräthschaften, an deren Wandungen sich der in Kohlensäure gelöste kohlensaure Kalk ansetzt, wenn die Wasser durch das Stehen oder durch das Kochen ihre Kohlensäure fahren lassen.

Die Kohlensäure begnügt sich aber nicht allein mit der Zerstörung kohlensaurer Kalke und kohlensaurer Talke, sie wagt sich auch an Granite und andere harte Gebirgsarten, wenn dieselben, was stets der Fall ist, Silicate als Bestandtheile enthalten. Nach ihrer Lösung im Wasser bemächtigt sie sich nämlich des Kalis und führt dasselbe zugleich mit der löslichen Kieselerde in den Boden, wo sie entweder sofort zur Ausbildung von Pflanzengeweben verwandt oder diesem Zwecke für spätere Zeiten aufbewahrt werden. Das auf diese Weise aus den Graniten und andern feldspathhaltigen Gesteinen verschwundene Silicat trägt nun dazu bei, das Gestein mürbe zu machen, der Regen wäscht es ab; der Sauerstoff zertreibt, das Wasser zerreibt, und so setzten andere Kräfte und Elemente die Zerstörung fort, welche die Kohlensäure zum Behufe der Ackererdenbildung begonnen hatte.

Mit alle diesem nicht zufrieden sucht die Kohlensäure ihr Zerstörungswerk auch an Kunstwerken auszulassen; sie erweist sich in dieser Beziehung als die größte Feindin der Bildhauer. Je größer die Stadt ist, in welcher sie Kunstwerke aus Marmor gebildet vorfindet, um so geschäftiger bearbeitet sie dieselben, denn an solchen Orten sitzen ihr die Pflanzen, welche sie stets bis auf die geringste Kleinigkeit zu vertilgen suchen, nicht so auf dem Nacken.

Durch die Wirkungen dieser verschiedenen Körper, Elemente und Kräfte werden also die Felsen zertrümmert, die Trümmer zerrieben und die zerriebenen Theile von ihrem Entstehungspunkte weggeschwemmt; bei der endlichen Ablagerung setzen sich die gröbern zu unterst, die feinen oben auf. Da nun die Gesteine auf unserer Erdoberfläche ungemein verschieden sind, indem sie aus den

mannigfachsten Bestandtheilen zusammengesetzt und auf das Mannigfachste beim Fortführen im Wasser mit einander gemischt wurden, so folgt von selbst: daß ein und dieselbe Felsart verschiedene Arten von Ackererden hervorrufen könne. So werden wir z. B. am Abhange schroffer Gebirge auf grobe Kiesgeschiebe treffen, während sich weiter entfernt feiner Sand, Lehm oder Thon findet. Aus einer geschichteten oder geschieferten Felsart von verschiedener Zusammensetzung kann der Thon oder Kalk, letzterer durch kohlensäurehaltiges Wasser, ausgewaschen und über die niedrige Thalsohle verbreitet werden, während der Kiesel zurückbleibt. Hier treffen wir auf unfruchtbaren Granit, aus welchem der Kaligehalt ausgewaschen wurde, während letzterer nicht weit entfernt, in anderer Mischung, die größte Fruchtbarkeit gewährt. Auf diese Weise werden die Materialien, aus denen die Felsen ursprünglich bestanden, durcheinander gemengt. Hier wird gegeben, dort wird genommen, hier wird zugesetzt, dort fortgetragen. Hier nimmt der Sturm die feinsten Gesteinsplitterchen, führt sie hinüber in den gewaltigen Ocean, auf dessen schaukelnden Wellen sie Tausende von Meilen zurücklegen; dort sprudelt eine lustige Quelle kohlensauren Kalk in ein kleines Bächlein, das Bächlein wird zum Bache, der Bach zum Fluß, der Fluß zum Strome und immer schwimmt der Kalk noch in demselben. Trübe Fluthen, hervorgegangen aus dem schnellen Thauen des Schnees, hervorgegangen aus heftigen Gewitterregen, die die Gebirge ab- und auswuschen, wälzen sich in reißenden Strömen durch die Flachländer dem Meere zu. Die Ufer übersteigend, sich an den Meeresfluthen stauend lassen sie das in ihnen schwimmende Material fallen und bilden auf diese Weise das angeschwemmte, so fruchtbare Land.

Allein die Gesteinstheilchen, selbst in ihrer glücklichsten Mischung, bedingen noch lange nicht die Güte der Ackerkrume; die absterbenden Vegetabilien, die absterbenden Thiere machen sie erst zu dem, was sie sein soll. Beim Vermodern, beim Verwesen mischen sich ihre kohligen, ihre stickstoffhaltigen Theile mit Ackererde. Ist der Boden feucht, dann entsteht außerdem noch saurer Humus, oder Torf. Im letzteren Falle findet man dann den aus der Gesteinszertrümmerung hervorgegangenen Boden oft tief unter der in Kohle

verwandelten Pflanzenmasse, welch letztere den der Cultur nur schwer zugänglichen sauern Marschboden bildet. Wir stoßen auf letzteren in Niederungen, im Bette ausgetrockneter Seen und an den flachen Meeresküsten sehr häufig.

Durch Zusammenwirkung des Verwittrungs-Prozesses, der fortbewegenden Kraft des Wassers, durch welche die verwitterten Felsen nach allen Orten und Enden hingetragen werden, durch das Vergraben pflanzlicher und thierischer Ueberreste in den so gebildeten Gesteinshaufwerken werden also die verschiedenen Bodenarten gebildet. Im Allgemeinen unterscheidet man Kalk- Thon- Sand- Mergel- Moorboden. Obschon diese Bezeichnungen auf richtige chemische Unterscheidungen hindeuten, so ist im Allgemeinen für die genauere Bodenkenntniß doch noch viel zu wenig geschehen. Dem Aeußern nach erkennt man den Sandboden leicht an seinen quarzigen, kieseligen Bestandtheilen. Der Kalk- oder Mergelboden enthält dagegen als Hauptbestandtheil kohlensauren Kalk, wogegen dem Thonboden vorzugsweise Thonerde in Verbindung mit Kieselerde zusteht. Der Moorboden enthält eine Menge kohlenstoffreicher Beimengungen.

Nach dem Gesteine, welches das Hauptmengeverhältniß einer Bodenart abgiebt, richtet sich vielfach nicht allein die Art und Weise des landwirthschaftlichen Betriebes, sondern derselbe prägt auch denen auf ihm wachsenden Pflanzen, ja sogar den Menschen und Thieren den Charakter auf. Wir wissen z. B. daß gewisse Nutzpflanzen und Bäume vorzugsweise auf Sandboden wachsen: daß andere den Kalkboden, daß noch andere den Thonboden lieben. Viele gerathen am besten auf einem gemischten lehmigen Boden. Die Bewohner von Gegenden, deren Boden aus Granit hervorging, zeichnen sich häufig durch eine schlürfende Sprache und durch Kropfkrankheiten aus.

Wenn eine lehmige Ackerkrume ausreichenden Vorrath aller derjenigen Gesteine, Salze und Säuren hat, welche für die Pflanzenernährung zweckmäßig sind, so werden auf ihr nicht allein diejenigen Pflanzen gedeihen, welche überall fortkommen, es werden auch diejenigen wachsen, welche nur in einer ganz bestimmten Bodenmischung fortkommen. Je mehr nun die verschiedenen Boden-

arten durch die Gewalt der Gewässer untereinander gemengt werden, um so günstiger, um so größer wird der Bezirk für die Ausbreitung der Pflanzen; daher finden wir nach jeder folgenden Erdrevolution, bei welchen so ungeheure Bodenmengungen vor sich gingen, auch vermehrte Pflanzenarten, die stets im Zunehmen begriffen sind und die sich nach der letzten Erdrevolution auf die hohe Stufe stellten, auf der wir sie jetzt sehen. Der zunehmende Artenreichthum der Pflanzen bedingt aber auch eine Vermehrung und Veredlung der Thiere.

Bei genauerer Betrachtung der Verhältnisse, welche zwischen den Pflanzen und dem Boden, auf welchem sie wachsen, stattfinden, stoßen wir auf eine Menge von Widersprüchen und es stellt sich heraus: daß dieselben Pflanzen nicht immer gleichmäßig gut auf Sand- oder Thonboden, oder gleichmäßig gut auf Kalkboden gedeihen: daß Bäume, die lange Zeit üppig fortwuchsen und schöne Früchte trugen, mit einem male welken und absterben: daß Felder, die ein Jahr die schönsten Getreide-Erndten geben, das nächste Jahr dieselbe Frucht nur in ganz geringer Menge ertragen, dennoch war der Sandboden noch eben so sandig, der Thonboden noch eben so merglich und der Kalkboden enthielt noch genau so viel kohlensauren Kalk. An diesen Bestandtheilen konnte daher der geringe Ertrag, konnte das Aussterben der Bäume nicht liegen, es muß der Grund anderswo gesucht werden. Weiter oben sahen wir bereits: daß wenn ein Boden fruchtbar sein solle, er außer Kalk-Thon-Kieselerde noch andere Bestandtheile enthalten müsse. Nehmen wir ein Schäufelchen von Blech, geben eine abgewogene Menge vollkommen von Wasser befreiten Bodens auf dasselbe und glühen ihn, so finden wir nach diesem Prozesse eine Verminderung des Gewichtes. Dieselbe rührt von der Verflüchtigung und Verbrennung der im Boden enthaltenen organischen Verbindungen her. Manche Bodenarten haben nur sehr wenige dieser organischen Beimengungen, namentlich ist es der reine weiße Sand, der oft gar keine erweislichen pflanzliche und thierische Stoffe enthält. Wenn nun auf demselben auch Bäume wachsen, so ist dies Wachsthum — da fast alle Kohlensäure aus der Luft bezogen werden muß — doch ein sehr geringes. Andere Bodenarten z. B. der

schwarze Marschboden enthält oft $\frac{3}{4}$ seines Gewichts organischer Materie. Außer diesen wichtigen organischen Theilen müssen einer guten Ackererde noch phosphorsaure und schwefelsaure Verbindungen, müssen ihr Kali und Natron, müssen ihr Eisen und Mangan, müssen ihr Chlor und Fluor, müssen ihr Bittererde beigemengt sein. Fehlen dieselben, dann mögen die sonstigen Mengeverhältnisse so günstig sein wie sie nur immer wollen, es werden die Pflanzen dennoch nicht gedeihen. Die Saamen werden zwar keimen und so lange fortwachsen, als sie in sich selbst noch Nahrungsbestandtheile enthalten; dann aber wird alles Wachsthum aufhören. Sind sie in zu geringer Menge vorhanden, so giebt sich dies durch das schwächliche ungesunde Aussehen der Gewächse zu erkennen und der aufmerksame Landwirth wird sogleich aus demselben entnehmen, wo es seinem Boden fehlt und was ihm für Bestandtheile zugeführt werden müssen.

Wenn dieselbe Pflanzengattung lange Zeit auf demselben Boden gebaut wurde, so wird ein oder der andere jener Nahrungsstoffe, vielleicht auch mehrere, seltner in ihm werden und endlich werden sie ganz und gar verschwinden, oder doch nur als unlösliche Verbindungen in ihm zurückbleiben. In einem solchen Falle wird es der Wurzel unmöglich, soviel von dem Stoffe aufzunehmen, als das Wachsthum der Pflanze verlangt, sie wird dann kränkeln und absterben. Aus dieser Erscheinung erklärt sich deutlich, warum manche Gewächse nicht mehr gedeihen, oder warum, wenn sie eine Zeitlang fortwuchsen, sie plötzlich zurückgehen. Eben so klar, wie die Ursache dieses Uebels erkannt wird, eben so leicht kann man Mittel dagegen ergreifen: man darf dem Boden dann nur diejenigen organischen oder mineralischen Bestandtheile, die ihm entweder ganz fehlen oder in unlöslichen Verbindungen in ihm enthalten sind, geben, oder die unlöslichen in lösliche Formen bringen. Die Pflanzen werden dann in ihrer früheren Ueppigkeit wieder emporwachsen und so reichliche Erndteergebnisse liefern, als in seiner besten früheren Periode.

Einer dieser mineralischen Bestandtheile, der an sich nur in geringer Quantität im Boden vorkommt, bedarf von Seiten der Landwirthe der größten Beachtung; es ist dies die Phosphor-

säure, die durch die Cerealien, Oelfrüchte, den Gras- Gemüse- Kleebau ꝛc. ꝛc. dem Boden jedes Jahr entzogen wird und auf deren Erhaltung im Urine und den Knochen man leider vielseits noch zu wenig Bedacht nimmt. Während die übrigen mineralischen Bestandtheile in der Regel reichlicher in den Bodenarten vertreten sind, bringt das Fehlen einer ausreichenden Menge von Phosphorsäure, zum großen Nachtheile vieler Landwirthe, nur spärliche Erndten und einen schlechten Heuertrag der Wiesen.

Eine sorgfältige Beachtung verdienen auch die organischen Bestandtheile: die thierischen und pflanzlichen Ueberreste. Obwohl dieselben aus einer großen Zahl der verschiedenartigsten Verbindungen bestehen, so reduciren sie sich doch wesentlich nur auf zwei, auf Stickstoff und auf Kohlenstoff. Bei der Behandlung des ersteren sahen wir bereits, von welchem Gewichte er namentlich für die Nahrungspflanzen sei; zugleich nahmen wir aber auch wahr: daß er nicht direct, sondern in seiner Verbindung mit Wasserstoff, als Ammoniak, in die Gewächse übergeführt werde. Alle Bodenarten, worinnen ein vollkommnes Wachsthum der Pflanzen in der Möglichkeit liegen soll, müssen deshalb eine hinreichende Quantität löslicher Stickstoffverbindungen gerade so gut, wie dergleichen von Kohlenstoff in ihrer Mischung enthalten. Sind beide in zu spärlichen Verhältnissen in ihm vorhanden, dann erhält der Landwirth kränkelnde Pflanzen. Fehlen sie ganz, dann hört alles Wachsthum auf.

Es ist zwar richtig: daß sowohl Kohlensäure, als Ammoniak, durch die Blätter und grünen Zweige vermittelst der Luft aufgenommen und in die Pflanzen übergeführt werden, allein diese Zuführung genügt nicht; auch der Boden muß beide in löslicher Form enthalten, wenn gute Erndten erfolgen sollen. Der Hauptwerth des Bodens besteht, dem Vorausgegangenen nach, also darinnen: daß er erstens den Gewächsen einen festen Standpunkt sichert und daß in demselben zweitens der größte Theil ihrer Nahrung aufgespeichert sei. Merkwürdiger Weise sind aber fast alle Bestandtheile des Bodens, mit Ausnahme der Thonerde und einiger selteneren Mineraltrümmer, auch zugleich Nahrungsbestand-

theile der Pflanzen z. B. die Kieselerde, die Kalk- die Bittererde, das Eisenoxyd u. s. w.

Obschon nun das Gedeihen unserer Brodfrüchte davon abzuhängen scheint: daß diejenigen derselben, die den Kalkboden lieben, auf Kalk-, diejenigen, welche den Sand lieben, auf Sand- und diejenigen, welche den Thon lieben, auf Thonboden gezogen werden, so hängt der reelle Werth desselben doch lediglich und allein von dem Vorhandensein einer größern Menge von Stoffen ab, die sowohl dem organischen, als dem anorganischen Reiche angehören. Sobald diese vorhanden sind, wird eine jede Pflanze in dem Boden gedeihen, der vermöge seiner chemischen und mechanischen Beschaffenheit dem Zwecke entspricht, vorausgesetzt daß die örtlichen klimatischen Verhältnisse ihr zusagen.

Hauptsächlich ist die mechanische Beschaffenheit bei jeder Bodenart sehr zu berücksichtigen. Je lockerer ein Boden ist oder gehalten wird, desto leichter wird ihn die Luft, desto sicherer wird ihn das Wasser an allen Stellen durchdringen, desto leichter wird er die Feuchtigkeit der Luft aufzusaugen vermögen; desto rascher und geschäftiger wird sich aber auch der Sauerstoff in den einzelnen Erdebestandtheilen, in den holzigen Düngstoffen, in dem Humus festsetzen und um so schneller die Bereitung des Hauptnahrungsmittels in recht großer Menge vornehmen; desto leichter wird derselbe das Ammoniak, den kohlensauren Kalk, die kohlensaure Bittererde, das Kali, das Natron, das Eisenoxyd, den phosphorsauren Kalk, die Kieselerde in Verbindung mit Wasser lösen und sie den Saugfasern der Wurzeln übergeben. Je größer daher die Auflockerung eines Bodens ist, desto schneller wird nicht nur der Keimungsact, desto schneller wird auch die Ausbildung der Pflanze verlaufen, desto größer, desto vollkommner wird sie werden, desto mehr und nahrungsreichere Frucht wird sie tragen. Im nächsten Abschnitte, wo von den Saugern gehandelt wird, werden wir nochmals auf die sorgfältige Bodenauflockerung zurückkommen.

Klima und Boden mögen übrigens beschaffen sein wie sie wollen, so gedeiht doch keine Pflanze, sind die mineralischen und organischen Stoffe nicht in ausreichender Menge in letzterem vorhanden. Beginnt sie auch ihren Lebenslauf, so wird derselbe doch,

wie wir bereits sahen, bald unterbrochen, sie kränkelt und stirbt endlich, ohne ihren Zweck erfüllt zu haben, der darinnen besteht, recht viele Früchte für kommende Generationen zu erzeugen, ab. Um daher den Boden fruchtbar zu machen d. h. ihm die zur Pflanzennahrung nöthigen Bestandtheile wieder zuzuführen, bedient man sich der sogenannten Düngung. Die ganze Kunst derselben besteht aber lediglich und allein darin: dem Boden diejenigen Bestandtheile wieder zurückzugeben, die ihm durch lange Bebauung entweder verloren gingen, oder die er noch gar nicht in seine Mischung aufgenommen hatte. Daß bei der Düngung viel auf die Zeit, wann sie vorgenommen wird, so wie auf die Form, in welcher die Düngemittel gereicht werden, ankommt, versteht sich von selbst.

Wenn wir nun auch dem Boden den besten Dünger und in Formen, in welchen er den Wurzeln leicht zugänglich ist, übergeben: wenn wir den Boden so sorgfältig auflockern, als es nur immer in der Möglichkeit liegt, so ist durch beides dessen Fruchtbarkeit aber immer noch nicht bedungen. Es müssen hier noch Kräfte einwirken, deren Zuführung nicht in unserer Macht steht, es müssen Stoffe zugegen sein, die auf die Fruchtbarkeit einwirken. Was würde es helfen, wenn alle organischen und mineralischen Nahrungsstoffe in reichlichster Fülle im Boden vorhanden wären, und der Regen und die atmosphärische Luftfeuchtigkeit fehlten?

Wie wir bereits beim Wasserstoffe zu sehen Gelegenheit fanden, ist es die Feuchtigkeit — das Wasser — welches einen Theil und vielleicht den größten und zwar nicht allein die festen, sondern auch die gasförmigen Nahrungsmittel durch die Wurzelsaugfäserchen in die Pflanzen bringt. Das Wasser hat daher dieselbe Funktion für die Saugfäserchen der Wurzeln, wie die Luft für die Saugefäße der Blätter; denn wie durch die Luft die Kohlensäure und das Ammoniak den unendlich kleinen, unzählbaren Mäulern der Blätter übergeben wird, so übergiebt das Wasser die aufgenommene Kohlensäure, das aufgenommene kohlensaure Ammoniak, den gelösten phosphorsauren und doppelkohlensauren Kalk, die doppelkohlensaure Bittererde, das doppelkohlensaure Eisenoxydul, das Kali und Natron, die Schwefelsäure, das Chlor ꝛc. ꝛc. den un-

endlich kleinen Mäulern der Wurzeln. Da sich viele dieser Körper nur in äußerst geringen Mengeverhältnissen lösen, so leuchtet es ein, warum eine so bedeutende Quantität Wasser beim Vegetations-Prozesse und warum es unausgesetzt vorhanden sein muß. Es wird uns dies um so erklärlicher, als die Pflanze ja selbst aus $\frac{4}{5}$ Wasser besteht. Uebrigens hat das Wasser beim Vegetations-Prozesse noch mehr zu verrichten, denn es trägt, wie wir später ausführlicher behandeln werden, dazu bei daß es als Regen und Thau die Luft auswäscht und letzterer die für das Thierleben schädlichen Bestandtheile, Kohlensäure und Ammoniak, aber auch Sauerstoff entziehe. Diese Gasarten nimmt es mit in die Erde und speichert sie bis zum Gebrauche auf.

Da wo also Regen, Luftfeuchtigkeit, oder Wasser in ausreichender Menge vorhanden, wird bei übrigens guter Bewirthschaftung und unter der Voraussetzung, daß alle Nahrungsstoffe der Pflanzen im Boden vorhanden sind, ein üppiges Gedeihen unserer Gewächse stattfinden; wo dagegen Regen und Luftfeuchtigkeit fehlen, da kommt keine Blüthe, da kommt keine Frucht zum Vorschein; die Erde erscheint dann auf weite Strecken in einen Trauermantel gehüllt und öde, nackt und kalt stellt sie sich unserm Auge dar. In solchen Gegenden können im Boden die kräftigsten Düngstoffe in reichlichster Fülle vergraben liegen und dennoch wird sich in ihrem öden Aussehen nichts ändern, kein Keimchen wird sich regen, kein Gräschen grünen, kein Läubchen fächeln, so lange ihr Durst nicht gestillt wird. Blicken wir hin in jene baumlosen Steppen, wo sich der Wandrer vergebens nach einem schützenden Dache gegen die versengenden Sonnenstrahlen umsieht, wo der scharfe trockne Wind zuerst dem Auge, dann den übrigen Körpertheilen die Feuchtigkeit entzieht und die Haut zusammenschrumpft, wo die höheren Thiere fliehen und selbst kein bunter Schmetterling die Luft durchsegelt, wo der Mensch von Allem verlassen dem quälendsten Durste verfallen ist: wie traurig sieht es da aus, wie eisig kalt sind da die Winter! Erst dort lernt der Mensch so recht erkennen, was dem Wasser für ein unendlicher Werth zusteht; er dankt und preist den Herrn, wenn er ihn in einer solch endlosen Wüste zu einer sprudelnden Quelle führt, an welcher sich — ist sie

auch noch so klein — sogleich wieder eine dankbare Pflanzenschaar versammelt hat.

Allein Feuchtigkeit ist es immer noch nicht allein, welche neben gutem Boden und den düngenden Bestandtheilen in ihm den Grad der Fruchtbarkeit bestimmt. Es gehört dazu auch ein gewisser Wärmegrad. Die meisten Pflanzen, die aus heißen Klimaten zu uns herüber gebracht werden, gedeihen daher bei uns im Freien nicht, oder sie tragen doch keine Blüthen und Früchte, wenn sie nicht in Glashäusern vor äußeren üblen Einwirkungen geschützt werden; dagegen kommen unsere Cerealien in jenen Gegenden nicht fort, gedeihen aber in denen, wo hohe Kältegrade herrschen und verbreiten sich daher bis zu den Eisregionen hinauf. Unsere Gerste z. B. ist die einzige Frucht, welche auf Island noch wächst.

Bei ausreichender Feuchtigkeit und einem den Pflanzen zuträglichen Wärmeverhältnisse wird daher überall ein üppiges Pflanzen-Wachsthum getroffen werden, wo neben der Mengung von Sand- Kalk- Talk- und Thontheilchen — dem eigentlichen Boden — noch schwefelsaure und phosphorsaure Salze, Kali und Natron (Silicate), Eisen und Mangan, Chlor und Fluor in der Ackerkrume vorhanden und diese mit kohlen- und stickstoffhaltigen Körpern gemengt sind. Ein Boden, der letztere beide und zugleich reichliche Mengen von Phosphorsäure enthält, wird viele Jahre hintereinander die reichlichsten Früchte tragen, wenn die Silicate gehörig aufgeschlossen werden und die übrigen Düngstoffe selbst nur in geringen, aber ausreichenden Mengen in ihm enthalten sind, denn von den übrigen Nahrungsmitteln verbrauchen die Pflanzen nur Kleinigkeiten. Sind aber die Nahrungsmittel einem Boden durch langjährige Bebauung entzogen, dann sagt der Landwirth der Boden ist erschöpft; da wir aber die Mittel kennen der Erschöpfung vorzubeugen, so hängt die Unfruchtbarkeit oder Fruchtbarkeit einer Gegend lediglich von deren Bewohnern ab, die oft aus Trägheit ihre Felder und Wiesen herabkommen lassen.

Es würde hier zuweit führen specieller von den verschiedenen Düngstoffen zu handeln, bei den einzelnen Nahrungsmitteln der Pflanzen, die wir in diesem Werkchen noch behandeln, kommen wir ohnehin darauf zurück.

Wie nachtheilig Bodenentkräftungen aber zu wirken vermögen, werden einige Beispiele klar ins Licht stellen.

Nach der Entdeckung von Amerika strömten aus Spanien, Frankreich und England eine Menge von Menschen nach jenem Erdtheile; sie fanden dort einen Boden der ohne Bedüngung die reichlichsten Früchte erzeugte; man durfte jener jungfräulichen Erde bei geringer Bearbeitung nur einige Saamenkörner anvertrauen, so erwies sie sich zehnmal dankbarer, als die im verlassenen Vaterlande. Namentlich war es Weizen, den man cultivirte. Nach Verlauf einer langen Reihe von Jahren, wo man dem Boden keinen der ihm durch die vielen Erndten entzogenen Bestandtheile wieder zufließen ließ, brachte man ihn in großen Distrikten aber so herunter, daß er wenig oder nichts mehr ertrug und die Bewohner genöthigt waren in andere Gegenden auszuwandern, um auch dort den Boden zu entkräften. So war z. B. am Lorenzstrome in der Umgebung von Montreal eine große Fläche als eine Vorrathskammer Amerikas bekannt; es wurde dort soviel Weizen gebaut, daß derselbe eine lange Reihe von Jahren einen Hauptausfuhrartikel abgab, und jetzt erträgt der Boden jenes Bezirks kaum soviel, daß er seine nur unbedeutend gestiegene Bevölkerung zu ernähren vermag. Wo sonst die üppigsten Weizenfelder mit ihren goldenen Aehren prangten, da steht jetzt storriger Hafer, da rankt dürftiges Kartoffelkraut. Diese Erscheinung beschränkt sich aber nicht allein auf Canada; man trifft sie im Mexico und in andern amerikanischen Staaten noch vielfach. In neuerer Zeit, wo man auch drüben anfängt dem entkräfteten Boden seine einzelnen durch vieljährige Beerndtung entzogenen Düngstoffe wieder zu geben, ist es in manchen Bezirken soweit gekommen, daß sie den Weizen wieder so reichlich ertragen, als zur Zeit ihrer Jungfräulichkeit; ich nenne hier nur Virginien und Carolina. Nachdem man über die ausgesogenen Sandflächen dieser Staaten reichliche Mengen von Kalken und kalkigen Mergeln verbreitete, bedeckten sich die öden Steppen wieder mit dem saftigsten Grüne und brachten ausgezeichnete Erndten. Auch Gyps that dort dieselben Wunder, als bei uns zu Ende des vorigen Jahrhunderts, wo durch die Einführung desselben eine ganz neue Zeit für den Futterkräuterbau heranbrach.

Nirgends ist eine gute Bedüngung so leicht zu ermöglichen, als in Amerika, wo der Guano so billig zu beziehen ist. Hat der Landwirth diesen, dann hat er eigentlich Alles, was er zur Bedüngung seiner Felder braucht; der reiche Stickstoffgehalt, die viele Phosphorsäure sind die Grundprinzipien der Pflanzenernährung.

Bei der Uebergabe von Pflanzennahrungsmitteln in den Boden haben wir daher unsere Aufmerksamkeit hauptsächlich auf den Kohlenstoff, Stickstoff und auf verschiedene Salze, namentlich den phosphorsauren Kalk zu lenken. Den Kohlenstoff bringen wir durch holzige Pflanzentheile, also durch die verschiedenen Strohsorten, durch dürre Blätter, durch Gräser und Schilfe, durch Rüben- und Kartoffelkraut, durch Raps- und Madia-Stängel, durch Moose und Haiden, so wie durch vermodertes Holz in den Boden. Durch alle diese Stoffe bildet sich der Humus, welcher überall im Boden im größern oder geringern Verhältnisse getroffen wird und der weiter gar nichts ist, als das Product der ersten Zersetzung der Holzfaser. Bei dieser Zersetzung bildet sich zugleich mit der Kohlensäure, welche begierig vom Humus aufgesogen wird, auch Ammoniak, wenn Stroh, Weizenstängel und dergleichen stickstoffhaltiges Einstreumaterial angewandt wurden.

Da unter günstigen Umständen überall auf der Erde Pflanzen wachsen, so muß auch allerwärts Humus verbreitet sein und in der That bildet er sich überall da, wo diese unter Vorhandensein von Luft und Wärme absterben. Die Versuche, welche Soubeiran mit Dammerde anstellte, beweisen: daß dieselbe den Humus zum Theil im freien Zustande enthält. Größere Mengen desselben finden sich in Verbindung mit Kalk darinnen vor, von welchem man ihn aber durch Ammoniak trennen kann. Die Auflöslichkeit macht die Rolle klar, welche das kohlensaure Ammoniak im Dünger spielt; es macht dasselbe den an Kalk gebundenen Humus löslich und in der Dammerde beschleunigt das Ammoniak zu gleicher Zeit die Bildung des Humus, was aber die kohlensauren Alkalien, namentlich die Aetzalkalien noch im höhern Grade befördern.

Die Zusammensetzung des Humus wird niemals mit vollkommner Genauigkeit bestimmt werden können; er kann, wenn man ihn in Ammoniak auflöst und mittelst einer Säure nieder-

schlägt, stets mit gewissen Stoffen vermengt bleiben, welche ihn in der Dammerde begleiten und ebenfalls von Alkalien gelöst und von Säuren gefüllt werden. Die Analyse des aus dem Boden gezogenen Almins ergiebt kein bestimmtes Resultat. Soubeiran fand stets 52 bis 56 % Kohlenstoff darin und erschien ihm die Menge des Kohlenstoffs um so vorwiegender, je länger die Luft während seiner Bildung auf die Dammerde einwirkte. Nach seinen Untersuchungen kann das Verhältniß des Kohlenstoffs selbst dann noch zunehmen, wenn alles Holz in unauflöslichen Humus verwandelt ist, und verliert der gebildete Körper dadurch keineswegs die neuerworbenen Eigenschaften, welche ihn zur Pflanzennahrung geeignet machen. Der Humus hat daher keine ganz bestimmte Zusammensetzung; wie alle organischen Körper, welche sich durch langsame Prozesse umbilden, durchläuft er eine Reihe unmerklicher Uebergänge. Außer Kohlenstoff enthält der Humus noch 2 bis 2½ % Stickstoff und ist demselben ebenfalls eine bedeutende Einwirkung bei der Pflanzenernährung zuzuschreiben.

In Rücksicht der Wirkung des Humus auf die Vegetation bemerkt Soubeiran: daß der Humus hauptsächlich in dem Zustande des humussauren Ammoniaks in die Pflanzen dringe. Das durch die Fäulniß des Düngers sich bildende kohlensaure Ammoniak bewirkt: daß sich der gebildete Humus auflöst. Es befördert dessen Bildung unter dem gleichzeitigen Einflusse der Luft und versetzt auch den im Boden als humussaurer Kalk enthaltenen Humus in aufgelösten Zustand. Man kann daher die Menge des von den Pflanzen aufgenommenen Humus weder nach dem Aschengehalt der Pflanzen, noch nach der Auflöslichkeit des humussauren Kalkes im Wasser beurtheilen. Das Ammoniak, welches als Auflösungsmittel des Humus diente, wird in dem Pflanzengewebe verarbeitet und umgebildet und trägt unmittelbar zur Bildung der stickstoffhaltigen Producte bei.

Daß der durch Ammoniak löslich gemachte Humus von den Pflanzen aufgesogen wird und zu ihrer unmittelbaren Ernährung dient, davon überzeugte sich Soubeiran durch verschiedene Versuche.*)

*) Es können jedoch trotzdem noch Prozesse, und selbst in den Zellen vorkommen, wo Kohlensäure gebildet und der Humus in Form von kohlensaurem

Er zog einen Stock Rainkohl vorsichtig aus der Erde, wusch die Wurzeln mit Wasser und brachte sie in eine Auflösung von verdünntem humussaurem Ammoniak, welche durch längere Berührung mit der Luft von allem überschüssigen Alkali befreit worden war. Flüssigkeit und Wurzeln waren vor dem Lichte geschützt. Während der 8 Tage des Versuchs gedieh die Pflanze. Die Wurzel wurde jeden Tag in frische Lösung gesetzt und die Flüssigkeit vom vorigen Tage durch Zusatz von destillirtem Wasser wieder auf ihr ursprüngliches Volumen gebracht; die blasser werdende Farbe der Flüssigkeit bezeugte hinlänglich: daß ein Theil des humussauren Ammoniaks aufgenommen worden war. Hafer und Bohnen in Erde gesät, welche durch Ausglühen von aller organischen Materie befreit, dann mit Knochenmehl (phosphorsaurem Kalk) und schwefelsaurem Kalke versetzt und mit einer schwachen Auflösung von neutralem humussaurem Ammoniak feucht erhalten wurden, lieferten reichlich Blüthen und Früchte. Beide Versuche zeugen hinlänglich von den günstigen Umständen, unter welchen die Pflanzen sich entwickelten und daß Humus die Auflösung des phosphorsauren Kalks erleichtert.

Humus dient übrigens den Pflanzen nicht allein zur Nahrung, sondern er wirkt auch günstig auf die Aufsaugung von Wasser und Luftfeuchtigkeit; daher ist die Zuführung von gutem Stalldünger, am allerbesten aus Stroh bereitet, schon in dieser Beziehung von hohem Gewichte für die Landwirthschaft.

Diese schätzbaren Eigenschaften machen den Humus zum vorzüglichsten Nahrungsmittel für die Pflanzen. Nebenbei steht derselbe aber unter dem Einflusse der ihn begleitenden Substanzen, welche entweder zu seiner Erzeugung beitragen, oder ihn in den Zustand der Auflöslichkeit versetzen, ohne welche er nicht aufgesogen werden kann. Bei zu viel Feuchtigkeit und Säureüberschuß löst er sich nicht und ist todt für die Pflanzenernährung, wie wir dies in Sümpfen und Morästen, so wie auf Torfmooren und schwerem Thonboden gewahren. Bei letzterem rührt die Unauflöslichkeit also vom Wasser her und dies liegt an der stark aufsaugenden und wasserbindenden Thonerde; gesellt sich nun noch Humus dazu, der

Ammoniak in die höhern Zellen eintritt, wie wir dies oben bei Behandlung der Kohlensäure bereits sahen.

ebenfalls ein kräftiger Wasserſauger iſt, ſo erhält der Boden zu viel Feuchtigkeit, der Humus wird ſauer und der Boden kann nur durch Waſſerentziehung verbeſſert werden. Daher rührt die außerordentlich günſtige Wirkung der Drainage, nach welcher die anweſenden kohlenſauren Kalke die überſchüſſige Säure entfernen, den Humus als humusſauren Kalk löslich machen. In Folge dieſer Ergebniſſe ſucht Soubeiran ferner darzuthun: daß man ſich irre den Werth eines Pflanzennahrungsmittels durch ſeinen Stickſtoffgehalt auszudrücken; vielmehr ſei es nothwendig, die ſalzigen Beſtandtheile, namentlich die Ammoniakſalze und ihre eigenthümliche Zuſammenſetzung, ſo wie die thieriſche Materie und ihre mehr oder weniger veränderliche Natur zu berückſichtigen.

Nach dem Verhandelten iſt der beſte Dünger derjenige, welcher zugleich eine gewiſſe Menge von auflöslichen, erdigen oder alkaliſchen Salzen, von Ammoniakſalzen, ferner von ſtickſtoffhaltiger thieriſcher Materie, außerdem Humus und in Umwandlung begriffenes Pflanzengewebe enthält. Alle dieſe Stoffe ſind am Beſten im gegohrenen landwirthſchaftlichen Dünger — Stalldünger — vereinigt und geben ihm einen unbeſtreitbaren Vorzug vor andern. Hauptſächlich iſt auf Humus oder doch auf Stoffe zu ſehen, welche jenen zu bilden fähig ſind, weshalb, wie bereits bemerkt, das Stroh in der Landwirthſchaft ſo ausgezeichnete Dienſte leiſtet. Wird alsdann der Menſchen- und Thier-Harn noch ſorgfältig geſammelt und ſtets über den gährenden Dünger verbreitet, werden überdies noch Knochen aufgeſammelt, gepocht und den Feldern übergeben, ſo bekommt der Boden phosphorſaure und Ammoniakſalze in ausreichender Quantität zugeführt und der Landwirth wird ſich eines reichen Segens zu erfreuen haben.

Die waſſerbindende Kraft des Bodens, oder das Vermögen tropfbar flüſſiges Waſſer in ſeinen Zwiſchenräumen ſchwammartig aufzunehmen, gehört zu den wichtigſten phyſikaliſchen Eigenſchaften deſſelben. Die Thonerde iſt aber diejenige Erdart, welche in der Bodenmiſchung als Waſſerſauger auftritt; man kann daher leicht austrocknende Bodenarten verbeſſern, wenn man ihnen Thone oder Mergel, oder auch vermehrte Quantitäten von Pflanzenſtoffen, die ſich leicht in Humus umändern, zuführt.

Die Sauger.

Obschon im Gebiete der Naturwissenschaften, namentlich in der Physik und Chemie, in neuerer Zeit die wichtigsten Fortschritte gemacht, und obschon durch dieselben in der Landwirthschaft und in den Gesammtgewerben überraschende Aufschlüsse erlangt worden sind, so wissen wir doch recht gut, daß trotzdem immer noch unendlich viel auf diesem Felde zu erforschen bleibt; denn an einzelnen Stoffen und Körpern werden von Neuem Eigenschaften wahrgenommen, welche wiederholte Forschungen veranlassen, und letztere führen wiederum zu wichtigen Aufschlüssen in andern Zweigen der Wissenschaften.

Fassen wir nur die eigenthümliche Erscheinung des Aufsaugens gasförmiger und tropfbarer Flüssigkeiten durch verschiedene Metalle, Erden u. s. w. ins Auge, so finden wir sofort, welche merkwürdigen Aufschlüsse wir durch dieselbe in der Land- und Forstwirthschaft, beim Bergbaue, in der Baukunst und in dem Fabrikwesen erlangen, welche großen Vortheile sie also der menschlichen Gesellschaft bringt, obschon sie auf einzelne Individuen, bezüglich deren Gesundheit, sehr nachtheilig einwirkt.

Der Saugungsprozeß ist noch lange nicht so erkannt, als er es seiner Wichtigkeit wegen verdient. Die mit der Eigenschaft des Saugens begabten Stoffe werden Sauger genannt, und ich erlaube mir hier, die am meisten ins gewöhnliche Leben eingreifenden Sauger etwas genauer vors Auge zu führen.

Döbereiner in Jena war es, welcher zuerst entdeckte, daß der Platinmohr die Eigenschaft habe, Sauerstoff in beträchtlicher Menge zu absorbiren und zu verdichten. Wenn man z. B. in ein

Gemenge von Wasserstoff- und Sauerstoffgas — das sich in einem Glasgefäße bis zur beginnenden Rothglühhitze erwärmen läßt, ohne daß sich beide Gase zu Wasser vereinigen — eine polirte Platte von Platin bringt, so treten die mit der Metallfläche in Berührung befindlichen Gastheile sofort zusammen und bilden Wasser; es setzen sich hierauf andere Theile des Gemisches mit dem Platin in Berührung, die sich durch dessen Einfluß von Neuem verbinden, so daß eine große Menge des Gemisches schnell zu Wasser vereinigt werden kann. Die Temperatur des Platins erhöht sich dabei durch die bei der Verbindung frei werdende Wärme, und da der Einfluß des Metalls mit der Temperatur zunimmt, so schreitet die Verbindung immer rascher vor, bis das Platin rothglühend wird, wo es dann die Verbindung auch in der Entfernung von seiner Oberfläche aus bewirkt, indem es das Gasgemisch entzündet.

Das Platin wirkt auf diese Weise am stärksten, wenn es sich in höchst feiner Vertheilung befindet, wie in der Form von Platinschwamm, weil dem Sauerstoffgase eine Menge von Berührungspunkten dargeboten wird. Auf die Auffaugung des Sauerstoffs durch Platinschwamm und die nachherige Zuführung eines Stromes von Wasserstoff auf letztern gründete Döbereiner sein chemisches Feuerzeug.

Der verdichtete Sauerstoff im Platinschwamm wirkt so kräftig, daß er Dämpfe von Alkohol sofort in Essigsäure verwandelt, und würde es kein besseres Mittel zur Schnellessigfabrikation geben, als Platinschwamm, wenn das Metall nicht zu theuer wäre.

Faraday war der Ansicht, die Auffaugung des Sauerstoffs durch Platin sei einer Adhäsions-Anziehung der Gase zum Metalle zuzuschreiben, durch welche jene verdichtet werden; allein andere Erscheinungen möchten mehr auf eine electrische Wirkung schließen lassen, indem die Verdichtungskraft eine solch mächtige ist, daß, um denselben Effect auf mechanischem Wege zu erlangen, ein Druck bis zu 1000 Atmosphären erforderlich sein würde.

Welche Kräfte der Saugung zu Grunde liegen, wissen wir also nicht gewiß, wohl aber, daß nicht allein das Platin, sondern auch verschiedene andere Metalle, so wie Kohle, Thon, Bimsstein,

Schwerspath, Holz u. s. w., ja daß vielleicht alle Körper Saugfähigkeit haben.

Alle und jede Kohle, dieselbe mag aus vegetabilischen oder aus thierischen Stoffen künstlich dargestellt, oder dieselbe mag als Braun- und Steinkohle in der Erde Tiefen abgelagert oder als Torf an der Oberfläche derselben verbreitet sein, saugt begierig Sauerstoff ein, wenn sie nach ihrer Darstellung oder ihrer Gewinnung in den Kohlenbergwerken und in den Torfstichen der atmosphärischen Luft ausgesetzt wird. Sie thut dies um so begieriger und rascher, in je feinerer Vertheilung sie sich befindet, und je wärmer die äußere Luft ist.

Namentlich saugt frisch gebrannte Meilerkohle oft so viel und so begierig Sauerstoff auf, und die Wärmeentwicklung vermehrt sich dabei so stark, daß Selbstentzündungen erfolgen. Je höher, wie oben gesagt, bei diesem Prozesse die Temperatur der äußern Luft ist, desto rascher erfolgt die Aufsaugung. Bei schwüler Witterung in den Sommermonaten spürt man daher diese Einwirkung in solchen Stein- und Braunkohlen-Bergwerken, wo das Flötz sehr mächtig und man gezwungen ist, einen Theil der klaren Stein- und Braunkohlen als Bergversatz in den Grubenräumen belassen zu müssen, sehr deutlich. Leider erfolgen dann durch diesen Prozeß nicht allein häufig Selbstentzündungen der Kohle, sondern die vermehrte Aufsaugung des Sauerstoffs läßt den Stickstoffgehalt der Luft auch so hervortreten, daß das Athmen der Arbeiter nicht mehr vor sich geht, daß die Grubenlichter verlöschen und die Grubenräume öfters auf kürzere oder längere Zeit verlassen werden müssen. Nur durch eine bedeutend vermehrte Zuführung von äußerer reiner Luft können solche Bergwerke im Betriebe erhalten werden.

Kommt frisch gezogene Holz- oder soeben erst aufgehauene Steinkohle in klarem Zustande, zumal wenn sie sich noch nicht voll Sauerstoff gesaugt hat, unter Abschluß der äußern Luft mit Holz in Berührung z. B. mit der Zimmerung in Steinkohlengruben, dann sucht sie sich des Sauerstoffs desselben zu bemächtigen und in demselben dadurch ebenfalls eine Verkohlung einzuleiten. Diese Sauerstoff-Aufsaugung der Kohle aus in ihr liegendem Holze kann unter Umständen so energisch erfolgen, daß ebenfalls Selbst-

entzündungen dadurch entstehen. Bei frischer klarer Meilerkohle kommen zuweilen ähnliche Erscheinungen vor, wenn sie an Holz- oder Breterwände abgelagert wurde. Es entstanden hierdurch nicht selten Brände, deren Ursache man sich nicht zu erklären vermochte.

Wie zerstörend solche klare Kohle auf das Holzwerk durch Entziehung des Sauerstoffs desselben wirkt, dies sehen wir am deutlichsten an und in Kohlhäusern, wo dieselbe an die Wandungen angestürzt wurde. Nach Verlauf weniger Jahre sind dieselben, namentlich wenn Feuchtigkeit vorhanden ist, zerfressen.

Aber nicht allein Sauerstoff saugt die Kohle ein, auch Stickstoff. Stickstoff-Verbindungen werden begierig von ihr aufgenommen, und sie wurde dadurch in neuester Zeit als bewährtestes Mittel zur Luftreinigung gebraucht und leistet in dieser Beziehung die ausgezeichnetsten Dienste.

Vermöge ihrer bedeutenden Saug- und Verdichtungsfähigkeit, nicht allein bezüglich des Sauerstoffs, sondern auch des Ammoniaks und des Wassers, ist die Kohle eines der wichtigsten Düngemittel.

Durch die Aufnahme und Verdichtung des Sauerstoffs geht von ihr nicht allein die unausgesetzte Bildung großer Massen von Kohlensäure aus, welch' letztere als das Hauptnahrungsmittel aller Pflanzen zu betrachten ist, sondern sie versorgt durch die starke Auffaugung des Ammoniaks, von dem sie das 90fache ihres Volumens aufzunehmen vermag, jene auch mit dem zweitwichtigsten Nahrungsstoffe — dem Stickstoffe — und versorgt drittens durch Auffaugung und Bindung von Wasser die Pflanzen in der trocknen Jahreszeit auch mit dem für ihr Gedeihen so unentbehrlichen Wasser, oder mit andern Worten: sie fördert die wasserbindende Kraft des Bodens.

Je feiner die Vertheilung des Kohlenstoffs ist, um so größer erscheint dessen Düngekraft; wir sehen dies am deutlichsten am Ruß, wo er sich in feinster Vertheilung befindet. Aber auch ganz klare Kohle, der Humus, der speckige Torf wirken auf ähnliche Weise.

Aller schwarzer, durch viel Kohlenstoff geschwängerter Boden — wenn durch Beimengung von zu viel Thonerde oder durch

einen thonigen Untergrund dessen wasserbindende Kraft nicht zu groß ist, wie wir später bei der Thonerde zu sehen Gelegenheit bekommen werden — ist der fruchtbarste Boden. Man werfe nur einen Blick in die sogenannten Marschen und Niederungen, wo dem Boden viele Torfkohle beigemengt ist. Aber auch in unsern Waldungen zeigt sich die düngende Kraft der Kohle an den Bäumen, welche auf alten Meilerstätten aufwuchsen, ganz deutlich.

Ueberstreut man Wiesen mit klarer Kohle, so zeigt sich deren Wirkung überraschend schnell. Durch die Abgabe des aufgenommenen Ammoniaks erscheinen sofort andere Gewächse; namentlich sind es Kleearten, welche sich über die bestreuten Distrikte, die durch die vermehrte Kohlensäure-Bildung außerdem noch einen lebhafteren Wuchs und ein saftigeres Grün zeigen, verbreiten.

Ein anderer, für uns wohl der wichtigste Sauerstoff-Ammoniak-Wasser-Sauger ist die Thonerde, hauptsächlich in ihrer Verbindung mit Kieselerde zu Thon. Letzterer, fast in jeder Bodenart in größerer oder geringerer Menge vorkommend, wirkt nicht allein durch die Sauerstoff-, sondern auch durch die Wassersaugung und überdies noch durch die Bildung von Kali und dessen Zuführung in die Pflanzen ungemein günstig auf die Vegetation. Der Thon geht nämlich fast immer aus der Zersetzung feldspathhaltiger Gesteine hervor; das hierbei frei werdende Kali wird von den Pflanzen aufgenommen und aus der Asche letzterer für die Gewerbe gewonnen.

So verschiedenartig die Thonerde auch von der Kohle ist, so hat sie mit derselben doch sehr viel gemein. So wie z. B. der Kohlenstoff in größter Reinheit als der härteste und kostbarste Edelstein — als Diamant —, so bildet auch die Thonerde in ihrem reinen Vorkommen zwei der werthvollsten und geschätztesten Edelsteine: den Sapphir und den Rubin. Gerade so wie die Kohle auf viele gefärbte Flüssigkeiten einwirkt, so thut es auch die Thonerde, und in der Aufsaugung von Gasarten und Feuchtigkeiten verhalten sie sich wiederum gleich; ja die Thonerde übertrifft die Kohle noch bezüglich der Aufsaugung des Sauerstoffs, des Wassers und Ammoniaks.

Die Bergleute haben daher in Gruben, wo Thonerde und

Thonerde-Verbindungen sehr häufig sind, fast stets mit schlechten Wettern (unathembarer Luft) zu kämpfen, und die Zimmerung in solchen Gruben ist deshalb einer sehr schnellen Zerstörung ausgesetzt, weil der Thon sich nicht allein des Sauerstoffs der Luft, sondern — wenn diese nicht in gehöriger Menge vorhanden — auch des Sauerstoffs des Holzes bemächtigt und dadurch eine Verdichtung oder, mit andern Worten, eine Zerlegung desselben in seine Bestandtheile, in Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, herbeiführt.

Nicht allein der Bergmann gewahrt indessen diese nachtheilige Einwirkung des Thons auf die Hölzer, sondern wir finden dieselbe im gewöhnlichen Leben stets und namentlich in nassen Sommern, wo sie von unberechenbarem Nachtheile für Neubauten ist und das Holzwerk derselben — ist der Prozeß einmal eingeleitet — mit unaufhaltsamer Geschwindigkeit zerstört.

Die Thonerde, so unumgänglich nothwendig sie fast bei allen Bauten ist, erweist sich daher unter gewissen Umständen dennoch als der größte Feind der Baumeister und Bauunternehmer, namentlich wenn derselben vor ihrer Verarbeitung nicht die gehörige Aufmerksamkeit geschenkt wurde.

So stark nämlich die wassersaugende Kraft derselben ist, so stark ist ihre sauerstoffsaugende, wenn sie vom nassen in den trockenen Zustand übergeht. Wird sie nun vor ihrer Verwendung bei Bauten frisch aus den Gruben genommen und der Luft im trockenen Zustande nicht so lange ausgesetzt, bis sie sich gehörig mit Sauerstoff versorgte, oder wird sie in den Gebäuden so verwandt, z. B. zu Ausfüllungen unter Fußböden, bei Beklebungen von Wänden ꝛc., daß der Sauerstoff der äußern Luft nicht in gehöriger Menge zu ihr gelangen konnte, so bemächtigt sie sich des Sauerstoffs des ihr zunächst gelegenen Holzes und leitet in letzterem eine Verkohlung ein, die wir im gewöhnlichen Leben mit dem Namen Schwammbildung bezeichnen, und die in kurzer Frist unaufhaltsam zerstörend auf ganz neuerrichtete Gebäude einwirkt.

Alles Holz, welches von nicht voll Sauerstoff gesaugtem, also nassem Thon bedeckt, das von demselben umschlossen wird, erliegt im Verlaufe der Zeit dieser Einwirkung; daher sehen wir

auch alle Anthracit- Stein- und Braunkohlen- so wie die Torf-Lager von Thon umgeben oder doch auf einem thonigen Untergrunde abgelagert, und lediglich die noch nicht gehörig verfolgte und sorgfältig genug erkannte Aufsaugung des Sauerstoffs aus der abgelagerten Pflanzenmasse durch den Thon war und ist heute noch die Ursache der Gesammt-Kohlenbildung im großen Haushalte der Natur.

Wie alle chemischen Prozesse um so rascher und energischer vor sich gehen, je größer die Wärme ist, unter welcher sie verlaufen, um so vollkommener geht auch die Aufsaugung des Sauerstoffs durch die Thonerde vor sich, je höher jene stand. Aus diesem Grunde finden wir auch die Verkohlungen in den Gebirgsschichten auf unserer Erdoberfläche um so vollkommener, je höher zur Zeit der Ablagerung der Vegetabilien und deren Bedeckung mit Thon und thonigen Gesteinarten die Temperatur auf derselben war. So ist z. B. unsern ältesten Kohlenlagern — den Anthraciten — durch die überdeckenden Thonerdeverbindungen der Sauerstoff fast gänzlich entzogen, der Wasserstoff hat sich mit einem Theile des Sauerstoffs zu Wasser verbunden, und der Kohlenstoff allein ist zurückgeblieben. Zur Zeit der Steinkohlenablagerung, wo die Temperatur schon niedriger war, ist etwas mehr Sauerstoff bei der Kohle verblieben, und je jünger von hier ab die kohligen Ablagerungen werden, um so mehr Sauerstoff und Wasserstoff finden wir noch bei ihnen, so daß wir z. B. bei der Braunkohle die Holzstruktur, bei den Torfen sogar die einzelnen Pflanzen noch deutlich erkennen, aus denen Braunkohle und Torf hervorgingen.

Wir sahen weiter oben: daß die Thonerde und deren Verbindungen, wenn sie in den Bergwerken häufig vorkommen, sehr nachtheilig auf die Gesundheit der Bergarbeiter bezüglich der Zersetzung der Grubenluft einwirken; sie bekommen hier nämlich sehr häufig die sogenannte Bergkatze — die Schwindsucht. Zugleich sehen wir aber auch: daß sie gerade so nachtheilig auf die Arbeiter bei vielen technischen Gewerben wirken. Wie sie in den Gruben die Zimmerung durch Entziehung des Sauerstoffs zerstören, so zerstören sie in Ziegeleien, Töpfereien, Steingut- und Porzellanfabriken die Hölzer, auf und an denen sie lagern. Man betrachte nur die Unter-

schwellungen der meisten Ziegelscheunen. Aber auch die Gesundheit der Töpfer, der Porzellandreher u. s. w. greifen die thonigen Massen ungemein an. Man sorge daher in allen Fabriken, wo dergleichen verarbeitet werden, für eine gehörige und vollständige Zuführung von frischer Luft, namentlich in den Räumen, wo die Geschirre gedreht und wo die gedrehten Gefäße von dem nassen in den trockenen Zustand übergehen; denn in diesen Räumen wird eine große Masse von Sauerstoff aufgesaugt, und durch den überwiegend zurückbleibenden Stickstoff, in Verbindung mit der ausgeathmeten Kohlensäure, werden die Lungen der Arbeiter so angegriffen, daß Viele die Schwindsucht schon in der Blüthe ihrer Jahre bekommen.

So nachtheilig die Auffaugung des Sauerstoffs während dem Drehen und Trocknen der Thongeschirre auf die Gesundheit der Arbeiter und auf die Zerstörung der Hölzer einwirkt, welche mit diesen thonigen Massen in Berührung stehen, so günstig tritt sie dagegen beim Brennen der Geschirre auf. Es würde bei weitem mehr Brennmaterial erforderlich sein, wenn die Geschirre vor diesem Prozesse nicht soviel Sauerstoff aufgesaugt hätten, der die Verbrennung und die Steigerung der Hitze im Porzellan- Töpfer- und Ziegelbrennofen alsdann sehr steigert.

Am wichtigsten wirken die Thone aber unbedingt als Sauger in der Land- und Forstwirthschaft, indem sie eine große Menge von Sauerstoff in sich aufnehmen und dadurch bei Gegenwart von Düngemitteln, die großentheils aus kohlenstoffhaltigen Massen bestehen, die Kohlensäurebildung in der Ackerkrume ungemein vermehren, zugleich aber auch durch die mit dieser Saugung in unmittelbarer Verbindung stehende große Wärmeentwickelung die Vegetation rasch vorwärts treiben. Dabei vermitteln sie zugleich die Zerlegung aller holzigen Theile im Miste, indem sie den Sauerstoff derselben aufsaugen und Wasser- und Kohlenstoff zurück lassen und letzteren dann auch wieder in Kohlensäure verwandeln. Wie sehr die Sauger die Wärme in der Ackerkrume steigern, dies gewahrt man recht deutlich, wenn im Frühlinge in ein recht gut geklärtes und gedüngtes Feld ein Thermometer gestellt wird; es

wird fast immer 15 bis 24 Grad mehr Wärme zeigen, als die dasselbe umgebende äußere Luft.

Auf einen größeren oder geringeren Gemengtheil der verschiedenen Bodenarten an Thonerde und Kohlenstoff ist daher die vermehrte oder verminderte Fruchtbarkeit der Felder begründet.

Wir sahen weiter oben beim Platin, wie ungemein die Aufsaugung durch eine aufgelockerte und dadurch vergrößerte Oberfläche begünstigt wird, so daß z. B. der Platinschwamm in kurzer Zeit soviel Sauerstoff aufzunehmen vermag, daß er beim Zusammentreffen mit Wasserstoff unter Feuererscheinung beide Gasarten zu Wasser verbindet. Ganz ähnliche Erscheinungen haben wir bei der Ackererde; je klarer ein Boden gemacht, je sorgfältiger er also bearbeitet wird, desto fruchtbarer ist er. Der Grund, warum gut bearbeitete und von Zeit zu Zeit wieder aufgeeggte Ackerflächen eine so bedeutend vermehrte Fruchtbarkeit zeigen, ist aber lediglich und allein darin zu suchen: daß dieselben dadurch eine größere Saugfähigkeit erlangen daß der Thonerde bis zu der Tiefe, wo die Pflugschar nicht mehr wendet, sehr viele Berührungspunkte mit der atmosphärischen Luft dargeboten werden.

Durch die vermehrte Aufsaugung von Sauerstoff wird aber, wie wir sahen, nicht allein der Boden sehr erwärmt und bei dieser Erwärmung eine schleunigere Zersetzung des Düngers und zwar dadurch herbeigeführt, daß sich der Kohlenstoff mit dem aufgesaugten und verdichteten Sauerstoff sehr leicht zu Kohlensäure, dem Hauptnahrungsmittel der Pflanzen, vereinigt, sondern es wird — da die Thonerde, gleich dem Kohlenstoff, auch ein starker Wassersauger ist — zugleich viele Feuchtigkeit aufgenommen, die aus der Luft dem Boden zugeführt wird. Letztere ist aber für die Entwickelung und Ausbildung der Pflanzen so nothwendig als Kohlensäure und Stickstoff. Daß die Thonerde die Ursache dieser günstigen Wirkungen war, dies kannten wir wohl seither schon aus Erfahrung; daß aber die Saugfähigkeit derselben der Grund hierfür sei, dies war seither wohl weniger bekannt. Es sollte daher jeder rationelle Landwirth dieser so höchst wichtigen und folgenreichen Erscheinung sein Hauptaugenmerk zuwenden.

Bodenarten, die wenig oder keine Thonerde enthalten, sind

trotz starker Düngungen nicht sehr fruchtbar, ebenso solche, welche zu feucht sind und daher durch die viele Nässe an der Auffaugung von Sauerstoff verhindert werden. In sehr feuchtem Boden werden die Düngemittel noch schwerer zersetzt, als in Bodenarten, welche wenig oder keine Thonerden enthalten; der Landwirth nennt sie kaltgierig, und sie tragen beiderseits nur spärliche Früchte. Man kann sie verbessern, wenn man ihnen durch Zuführung von Thonen oder thonigen Mergeln Sauger giebt, oder wenn man ihnen durch Drainage das überflüssige Wasser benimmt.

Die günstige Wirkung, welche durch die Auflockerung des Bodens, und zwar durch die hierdurch vermehrte Saugfähigkeit desselben erlangt wird, ist überraschend. Wir sehen dies täglich mit unsern eigenen Augen. Man betrachte nur den Gras- Getreide- oder Baumwuchs auf frisch aufgeworfenen Dämmen. Man sammle die Früchte auf einem rajolten Stück Landes, das mit einem andern gewöhnlich beackerten und gleich jenem bedüngten einen viel, viel höheren Ertrag liefert. Man vergleiche den Rüben- und Kartoffelertrag bei gleicher Größe und guter Düngung, bei mehrmaliger Behackung und Anhäufelung des einen Feldes, gegen ein nicht behacktes und nicht behäufeltes! Man wird dann sofort gewahren, was darauf ankommt, der Luft eine große Menge von Saugern, und zwar sehr oft, bloß zu legen.

Auch die Drainage wirkt auf diese Weise. Die Auffaugung von Sauerstoff und die mit derselben in unmittelbarer Verbindung stehende Zersetzung der Düngemittel im Boden muß — wie wir bereits sahen — um so rascher vor sich gehen, je mehr derselbe geklärt ist; denn durch die vermehrte Auffaugung und Verdichtung des Sauerstoffs, so wie durch die damit in engster Verbindung stehende Zersetzung der Düngemittel wird eine bedeutende Wärme frei, welche für die rasche und kräftige Entwickelung der Pflanzen unumgänglich nothwendig ist. Bei Feldern mit nassem Untergrunde ist aber eine gehörige Klärung des Bodens nicht möglich; es geht deshalb die Auffaugung des Sauerstoffs nur langsam vor sich, und der Ertrag des Feldes ist ganz gering. Wird nun durch die Drainage die überflüssige Feuchtigkeit fortgeschafft, so ist auch

eine bessere Klärung und mit dieser ein gesteigerter Ertrag die unausbleibliche Folge.

Bei Feldern mit nassem Untergrunde wirkt übrigens außerdem noch die Feuchtigkeit durch Entziehung und Bindung der Wärme äußerst ungünstig ein. Je höher nämlich im Sommer die äußere Temperatur der Luft steht, um so mehr wird Wasser aus nassem Boden verdampfen; dieses Wasser braucht aber, um aus dem tropfbarflüssigen in den gasförmigen Zustand überzugehen, eine große Menge von Wärme, die es natürlich der nächsten Umgebung, also dem Felde, entzieht. In solch nassen Feldern kann die Zersetzung der Düngemittel nur äußerst langsam vor sich gehen, und die Vegetation bleibt daher auf ihnen eine kümmerliche. Durch die Drainage benimmt man diesen Feldern die Nässe, und ihre Wirkung ist daher eine doppelte; denn einmal macht sie eine bessere Klärung des Bodens möglich, der dann geeignet wird, die gehörige Quantität Sauerstoff zur vollkommnen Zersetzung der Düngemittel aufzunehmen; dann beseitigt sie aber auch die oberflächliche Nässe, durch deren Verdampfung dem Boden diejenige Wärme entzogen wird, welche für den Vegetationsprozeß unumgänglich nothwendig ist.

Wie begierig in gut geklärtem Boden die Thonerde Sauerstoff selbst aus Körpern aufsaugt, welche an der Luft schwerer zerstörbar sind, das können wir täglich in unsern Gärten beobachten. Werden hier Pfähle durch das aufgelockerte Erdreich in den festen Untergrund getrieben, so beginnen die Sauger in dem Theile des Bodens, der aufgelockert war, ungesäumt ihr Geschäft, und das Resultat ist, daß die Pfähle nach Verlauf einiger Sommer soweit in rothe Kohle verwandelt sind, als sie im lockern Erdreich steckten; der der äußern Luft zugekehrte Theil, so wie der Theil, der im festen Untergrunde stand, hat sich dagegen gut erhalten. Fassen wir eine Rabatte mit einem Brete ein, so ist die innere Seite desselben nach Verlauf eines Sommers des größten Theils ihres Sauerstoffs beraubt, und zwar so weit, als die geklärte Gartenerde an dem Brete heraufreichte. Dieselbe Erscheinung gewahren wir an Schwellen, die entweder zu tief liegen, so daß sie von klarer Erde berührt werden, oder deren Unterlage aus sehr thonhaltigen Gesteinen be-

steht. In Bezug auf solche Gesteine ist von den Bauleuten die größte Vorsicht zu beobachten; ich kenne großartige Brückenbauten, wo die Holzschwellungen nach Verlauf weniger Jahre schon vollkommen zerstört waren. Es lag dies lediglich an den Steinen, auf die jene Hölzer zu liegen kamen, und die bei einem großen Thonerdegehalte das Geschäft des Saugens und der damit innig zusammenhängenden Schwammbildung sofort begannen.

Daß die gut aufgelockerte Ackererde den Sauerstoff, namentlich im Sommer, mit großer Begierde aufsaugt, davon können wir uns alle Augenblicke überzeugen; wir dürfen derselben nur die Gelegenheit benehmen, sich mit Sauerstoff aus der atmosphärischen Luft zu versorgen, und sie deshalb mit Bretern, Holz, Heu, Stroh, Laub oder überhaupt mit sauerstoffhaltigen Körpern bedecken; ungesäumt beginnen dann die Sauger ihr Geschäft, bemächtigen sich des Sauerstoffs dieser Körper, und nach kurzer Zeit finden wir dieselben auf ihrer Auflagerungsfläche schon umgeändert. Stets ist es die Thonerde und neben ihr der Kohlenstoff, welche diese eigenthümliche und für die Landwirthschaft so wichtige und erfolgreiche Rolle spielen, und wir erhalten durch sie darüber auch klaren Aufschluß, warum das Einstreuen von Sägespänen, Stroh u. s. w. so günstig auf die Vegetation wirkt.

Verfolgen wir diesen wichtigen Sauger — die Thonerde — im großen Haushalte der Natur, so erkennen wir auch hier — wie überall — die unendliche Größe und Weisheit unseres Schöpfers. Wenn zur schnellen Entwickelung und kräftigen Ausbildung der Gewächse eine bestimmte Quantität Wärme im Boden nothwendig ist und diese durch die Sauger mit erregt und bedingt wird, so müssen im höheren Norden unserer Erde Gebirgsarten getroffen werden, aus denen durch die Zersetzung Ackererden hervorgehen, die größere Mengen von Thonerden enthalten, damit bei der nur kurzen Dauer der Sommer in jenen Gegenden die Pflanzen sich rascher entwickeln und die Saamen schneller zur Reife gelangen; und in der That, wir finden dies in der Wirklichkeit bestätigt; denn je höher wir nach dem Norden hinaufgehen, desto mehr Granit, Syenit, Gneiß, Glimmerschiefer, Diorit, Grauwacken und Thonschiefer kommen uns entgegen; alle diese Gesteine geben aber

bei ihrer Zersetzung reichliche Mengen von Thonen. Wenden wir uns nun nach dem Süden, so finden wir jene Gesteine im beständigen Wechsel mit großen Kalkablagerungen, und sind letztere hier offenbar deshalb in größerer Quantität vorhanden, damit die Vegetation bei der hier stattfindenden größeren Wärme durch Anwesenheit von zu viel Saugern sich nicht überstürze und die Saamenbildung dadurch nicht zerstört werde.

Außer Thonerde und Kohle ist Bimsstein ein starker Sauerstoffsauger und wird deshalb bereits in der Technik zur Darstellung von Essigsäure benutzt. Aber auch die Vegetation befördert er durch diese Eigenschaft sehr, wie wir dies an der Frucht der meisten vulkanischen Bodenarten gewahren, in welchen er einen wesentlichen Bestandtheil ausmacht.

Eine Menge von Hölzern saugt ebenfalls begierig Sauerstoff auf; ja es geschieht dies von allen Pflanzen, die denselben alsdann in ihren Organen verarbeiten und ihn mit Kohlen- und Wasserstoff zu Holzfaser umwandeln. Es geht daher der wichtigste Saugungsprozeß nicht allein durch das anorganische, sondern auch durch das Pflanzenreich, und kann man mit Sicherheit annehmen, daß auch die thierischen Organismen ihr Bestehen und Wohlbefinden zum großen Theile dem Saugungsprozeß verdanken. Von der Aufsaugung des Sauerstoffs durch verschiedene Hölzer machen wir in der Technik Gebrauch und verwenden z. B. die Buchenspäne schon zur Essigfabrikation.

Auch das Wasser ist ein Sauerstoffsauger. In fester Gestalt, als Schnee, saugt es nur Kohlensäure und Ammoniak auf, sowie jedoch der Schnee schmilzt und wieder zu Wasser wird, beginnt auch die Sauerstoffsaugung wieder. Die im Schneewasser enthaltene Luft hat dann 31 bis 33 Procent, oder 10 bis 12 Procent mehr Sauerstoff aufgenommen, als die welche in unserer Atmosphäre enthalten ist. Ein solcher Mehrbetrag von Sauerstoff in der im Wasser enthaltenen Luft ist von hohem Werthe für den Ernährungsprozeß der Pflanzen, ist von hoher Wichtigkeit für eine große Anzahl von Thieren; denn die Gesammtzahl der Fische, eine große Menge von Amphibien würden nicht leben können, wenn das Wasser nicht so viel Sauerstoff in der mit ihm gemischten Luft

enthielte. Es versteht sich von selbst, daß sie den erforderlichen Bedarf an Lebensluft leichter aus einer Wassermenge aufzunehmen vermögen, die einen Drittheil, als aus einer andern, die nur einen Fünftheil derselben enthält. Bleiben daher Fische in einem Behälter von geringem Umfange, der keinen Zu- und Abfluß von Wasser hat, so zehren sie die Lebensluft bald auf und sterben; ein über Nacht ausbleibender Brunnen giebt uns hierfür einen treffenden Beleg.

Wie wir bereits weiter oben bemerkten, ist der Saugungsprozeß noch ins Dunkel gehüllt, bei seiner genauern Erforschung müssen aber ungemein wichtige Aufschlüsse über viele uns noch nicht klar gewordene chemische Prozesse erlangt werden. Der Schnee, welcher weiter nichts ist, als gefrornes Wasser, saugt z. B. in dieser Form keinen Sauerstoff, wohl aber Kohlensäure und Ammoniak auf; sowie er aber zu thauen beginnt, dann fängt er sogleich an Sauerstoff zu saugen; füllt man daher eine Flasche mit Schnee, verkorkt sie gut und stellt sie an einen warmen Ort, damit der Schnee schmilzt, so bekommt man in der Flasche $\frac{1}{3}$ Wasser, während die übrigen $\frac{2}{3}$ mit Luft gefüllt bleiben. Untersucht man diese Luft chemisch, so findet sich in ihr viel weniger Sauerstoff, als in der äußern atmosphärischen, und in der Regel enthält dieselbe nur 12 bis 13 Prozent. Der Schnee nahm also, sowie er zu Wasser wurde, eine bedeutende Menge von Lebensluft in sich auf. Dieselbe Erscheinung giebt sich beim Regen kund. Bei seinem Niederfallen saugt er nicht allein eine Menge dem Thierleben nachtheilige Gase, sondern auch Sauerstoff auf und wirkt dadurch wohlthätig auf den menschlichen Organismus, zugleich aber auch ungemein günstig auf das Pflanzenwachsthum ein, denn letztere empfangen dadurch nicht allein eine große Menge der trefflichsten Nahrungsstoffe: Kohlensäure und Ammoniak, sondern auch Sauerstoff zu fernerer Bereitung von Kohlensäure aus dem Humus des Bodens.

Wenn wir eine Handvoll Schnee nehmen und denselben in Kalkwasser werfen, so entsteht in demselben sofort eine Trübung und es bildet sich kohlensaurer Kalk. Hierdurch wird der Beweis geliefert: daß der Schnee viel Kohlensäure in sich aufnimmt. Der Schnee ist daher ein Sauger jener Säure und nimmt überdies noch Ammoniak auf. Auch an ihm haben wir ein Beispiel: daß die

Wissenschaft später erst Erklärungen über Erscheinungen giebt, welche die Praxis bereits längst als günstig auf die Vegetation einwirkend erkannt hatte. Der Landwirth hält es bekanntlich für ein gutes Zeichen, wenn der Winter eine tiefe Schneedecke über eine Landschaft verbreitet; er sagt dann: das Feld ruht besser, friert gehörig aus, wird mürber und lockerer und dadurch fruchtbarer. Da der Frost durch eine starke Schneedecke bekanntlich nicht durchwirkt, so kann der angeführte Grund nicht stichhaltig sein; die Wissenschaft urtheilt deshalb auch ganz anders und erklärt die Erscheinung aufs Deutlichste. Der Schnee als Sauger hat nämlich im hohen Grade die Fähigkeit gasförmige Körper aus der Atmosphäre in sich aufzunehmen und dieselben zu verdichten; beim Schmelzen saugt das aus ihm hervorgehende Wasser außerdem noch Sauerstoff auf und die Ackerkrume bekommt daher durch ihn nicht allein die wichtigsten Nahrungsmittel der Pflanzen: Kohlensäure und Ammoniak, sondern zur ferneren Bereitung von Kohlensäure auch noch Sauerstoff zugeführt. Hierinnen liegt die fruchtbringende Wirkung des Schnees, die um so größer sein wird, je stärker der Schneefall war. Hieraus ergiebt sich aber ferner auch, warum die Pflanzen nach seinem Schmelzen so schnell erwachen und den Nahrungssaft aufnehmen, und warum das Schneewasser zur Bewässerung der Wiesen so zweckdienlich ist.

Aus der Eigenschaft des Wassers Sauerstoff und Kohlensäure aufzusaugen läßt sich noch manche günstige Erscheinung beim Pflanzenwachsthum erklären. Alles Wasser was stille steht, was sich wenig bewegt muß physikalischen Gesetzen nach mehr Sauerstoff und mehr Kohlensäure aufsaugen, oder diese Gasarten vielmehr fester halten, als dasjenige, welches rasch über harte Gegenstände dahin schießt, von Felsen herabstürzt, oder sich aus Röhren in Bassins, Kästen u. s. w. ergießt; denn beim Falle und heftigen Aufstoß entfernet sich die Luft und damit der Sauerstoff und die Kohlensäure aus dem Wasser, wie wir dies täglich an Springbrunnen und bei Platzregen in der Umgebung der großen Wassertropfen, die aus den Wolken herabfallen, gewahren können. Je langsamer und aus je kleineren Theilchen sich das Wasser zusammenzieht, desto mehr Gasarten wird es in sich aufnehmen. Daher

nennen wir recht feine klare Regen — im Gegensatz zu Platzregen — fruchtbare; daher wirkt der Thau so ungemein befruchtend, daher regt das Schneewasser das Wachsthum so an; daher vermögen Fische, die vermöge ihres Baues viele Luft bedürfen, in stark abschießenden Gewässern nicht zu leben.

Der Gärtner, obschon er sich bis jetzt den Grund nicht zu enträthseln vermochte, kennt die Eigenschaften des Wassers in dieser Beziehung dennoch recht gut. Aus Springbrunnen und muntern Bächen vergießt er dasselbe nicht sofort nach dem Herausschöpfen, er läßt es erst längere Zeit in Kübeln und in Zubern stehen, hier nimmt es Sauerstoff und Kohlensäure auf und wirkt dann günstiger. Bei trockner Witterung, wo wir unsere Gartenbeete mit Brunnenwasser begießen, hören wir gar oft die Aeußerung: das Begießen mit kaltem Wasser fruchtet nichts, und lassen es in der Sonne stehen, wußten aber nicht: daß sich dasselbe hier mit befruchtenden Bestandtheilen schwängere.

Eigenthümlich und sehr bezeichnend ist es: daß sich die Sauerstofffauger zugleich auch als starke Wasserfauger darstellen und auch in dieser Beziehung sind sie für den Pflanzenernährungsprozeß von höchster Wichtigkeit. Wir wissen, wie begierig die Kohle, wie begierig der Humus, wie begierig die Thonerde und ihre Verbindung mit Kieselerde das Wasser aufsaugen, wie sie es an sich halten und dann stets im gehörigen Verhältnisse an die Saugfäserchen der Wurzeln abgeben. Aus der Saugfähigkeit dieser Stoffe gegen das Wasser können wir uns nun recht gut erklären, warum das Auflockern des Bodens, das sorgfältige Beackern und Beeggen, was scheinbar nachtheilig auf die Verflüchtigung des Wassers wirken müßte, gerade in dieser Beziehung so ungemein günstig wirkt und warum dies stets nach heftigem Regen, wo der Boden festgeschlagen wird, öfters wiederholt werden muß. Fester Boden kann weder Sauerstoff noch Kohlensäure, wenigstens nicht an allen Stellen gleichmäßig mit dem Regenwasser aufnehmen; beim Auffallen auf die harte Kruste werden sich die Gasarten vom Wasser trennen und in die Luft übertreten, letzteres aber in die Furchen abrinnen; die Folge davon ist: daß sich die für den Vegetationsprozeß im Boden bei den chemischen Zerlegungen bildende Wärme, die durch den

Sauerstoff bewirkt wird, nicht gehörig entwickelt: daß sich der Boden also abkühlt und die Pflanze dann hierdurch und durch die nicht in hinreichender Menge erfolgende Zuführung von Nahrungsstoffen krank wird. Während daher auf dem Sattel der Furche, bei nicht gehöriger Bodenbelockerung, kränkliche Pflanzen-Individuen erzogen werden, sterben die an der Furche selbst stehenden durch Ersaufen ganz und gar ab.

So wie die Kohle neben dem Sauerstoffe zugleich auch Stickstoff und Stickstoffverbindungen aufsaugt, so haben wir auch Körper, die letzteres allein verrichten und dadurch von hohem Gewichte nicht allein für den Pflanzenernährungsprozeß, sondern auch zugleich für das gedeihliche Fortbestehen der thierischen Organismen werden. Namentlich das Eisenoxyd und Eisenoxydhydrat spielt in dieser Beziehung eine wichtige Rolle, und ist ersteres zugleich ein wesentlicher Bestandtheil vieler Pflanzen und Pflanzensaamen, hauptsächlich derer, die zur Ernährung der Menschen und der Thiere verwandt werden.

So verbreitet wie das für die Vegetation unumgänglich nothwendige Wasser, so verbreitet ist auch das Eisenoxyd, sein Hydrat, und das kohlensaure Eisenoxydul auf unserer Erde. Selbst unter, ja in sehr vielen Wassern findet es sich. Keiner Gebirgsart, keiner Erdmengung ist es fremd, aber es ist den meisten Pflanzen auch so unentbehrlich, als die atmosphärische Luft, und die thierischen Organismen, welche ihren Eisenbedarf durch die Pflanzen zugeführt bekommen, würden nicht bestehen können, denn ihnen würde bei dessen Ermangelung jede Lebensfähigkeit abgehen. Treten wir an eine Quelle, die im murmelnden Rauschen dem Felsen entströmt und fragen: woher kommt das kostbare Wasser? so erhalten wir zur Antwort: theils aus stehenden übelriechenden Sümpfen, theils aus Kloaken und stinkenden Kanälen der Städte, theils aus den Mistjauchen der Dörfer, theils aus Feldern und Wiesen, die mit übelriechenden Düngestoffen überfahren sind, theils aus dem Moder der Wälder. Stellen wir nun die weitere Frage: wodurch wurde diese übelriechende schmuzige Flüssigkeit zu einem so klaren, wohlschmeckenden Labetrunk? so wird uns die Antwort: durch die Sauger.

Mit größter Sehnsucht erwarten die Bewohner des fruchtbarsten Getreidelandes der Erde unter ihrem glühenden Himmel das Steigen des Nils, nicht allein weil sie wissen, daß durch dessen Ueberfluthung die schwelgende Fruchtbarkeit des Landes bedingt wird, sondern weil sie dadurch auch jener schrecklichen Geisel, der Pest, überhoben werden. Was bringen ihnen aber jene trüben Fluthen? Sie bringen Sauger, welche durch Zerstörung der unter jenem Gluthhimmel so reichlich entstehenden Miasmen — größtentheils Stickstoffverbindungen — zugleich eine außerordentliche Fruchtbarkeit des Landes herbeiführen. Und welche Stoffe sind es, die so wohlthätig als Sauger durch Reinigung der Luft und des Wassers für Menschen und Thiere und zugleich so ernährend bei den Pflanzen einwirken? Neben der Kohle ist es das Eisenoxyd und dessen Hydrat. Es ist daher nöthig, daß ich beim Eisen und dessen Wichtigkeit im organischen Reiche etwas verweile. Das Eisen erweist sich im Pflanzenleben in zweifacher Beziehung sehr heilsam, und zwar einmal als näherer Bestandtheil der Pflanzen, das anderemal als Sauger eines ihrer wichtigsten Nahrungsmittel, des Stickstoffs und dessen Verbindungen, namentlich des Ammoniaks.

In den Gewächsen finden wir das Eisen als Oxyd abgelagert; es wird denselben durch Kohlensäure, in welcher das kohlensaure Eisenoxydul löslich ist, bei Gegenwart von Kieselsäure zugeführt. Durch die Gräser und deren Früchte, durch Kohlarten, Kartoffeln, Futterkräuter wird es in den menschlichen und thierischen Körper gebracht, woselbst es sich im Fleische und Blute wieder vorfindet und im letzteren eine der wichtigsten Rollen spielt. In den Aschen von Weizen, Roggen und Hafer beträgt die Quantität desselben $1\frac{1}{4}$ bis $1\frac{3}{4}\%$, in den Kartoffeln 2%. Erbsen und Bohnen haben einen etwas geringeren Gehalt an Eisen.

Bei Versuchen, welche der Fürst von Salm-Horstmar anstellte, um Hafer ohne Vorhandensein von Eisen im Boden zu ziehen, zeigte sich: daß der Stängel keine Kraft bekam: daß er glatt blieb, sich niederlegte: daß die Blüthen- und Fruchtbildung nicht vor sich ging und daß die Pflanze eine matte Farbe behielt. Wurde aber der Erde etwas Eisenoxyd beigemischt, so erschien die Pflanze

mit einem Male in dunkelgrüner Farbe, die Blätter von üppiger Kraft zeigten eine besondere Steifheit und Rauhheit, und auch die Blüthen- und Fruchtbildung nahm ihren regelmäßigen Fortgang.

Versuche mit Düngung von Eisenvitriol haben den Beweis geliefert: daß guter Weizenboden neben kohlensaurem Kalke auch eine gewisse Menge von Eisenoxyd enthalten müsse.

Auch wissen wir aus Erfahrung: daß sich der Weizen auf Feldern, denen das Eisenoxyd nur sparsam zugetheilt ist, umlegt. Kein Boden bedarf aber des Eisenoxyds so nothwendig, als der, auf welchem Kartoffeln gezogen werden; dieselben entnehmen einem Morgen Landes jährlich 12½ Pfund Eisen.

Daß das Eisen ein Ammoniaksauger sei, davon sprachen wir weiter oben, kommen aber hier nochmals darauf zurück.

Das Ammoniak in Gasform wird vom Eisenoxyde und dessen Hydrate aufgesaugt und verdichtet; bei größerer Bodenwärme, wo von den Pflanzen eine bedeutende Saugfähigkeit ausgeübt wird, nehmen es die Wurzeln aus dem Boden auf und führen es in die Pflanzen über. Durch Versuche hat man gefunden: daß, wenn man Humus, Kohlenpulver, gebrannten Thon und Eisenoxyd eine Zeit lang der atmosphärischen Luft aussetzt und dies Gemenge dann mit destillirtem Wasser auswäscht, man eine bedeutende Menge kohlensaures Ammoniak erhält. Letzteres wurde also aus der atmosphärischen Luft durch Eisenoxyd und Kohle aufgesaugt.

Auch Gasparin machte bereits darauf aufmerksam: daß das Eisenoxyd den in Ammoniak verwandelten Stickstoff aufsauge und ihn zurückhalte.

Wir finden diese Ansammlung von Ammoniak in Thonen, auf denen aus den weiter oben angeführten Gründen, nämlich durch deren Lage in sumpfigen Niederungen u. s. w., in der Regel eine verkümmerte Vegetation getroffen wird, oft in reichlichen Mengen; sie sind beim Trocknen dieser Thone schon nach dem Anhauchen derselben zu erkennen. Der Thon zeigt aber nur dann Ammoniakgeruch, wenn er Eisenoxyd oder Eisenoxydhydrat beigemengt enthält, und gerade diese Felderflächen sind es, wo die Drainage so große Wunder thut.

Nachdem wir das Eisenoxyd und dessen Hydrat als Ammoniakfänger kennen gelernt haben, klärt sich manche Erscheinung, die seither in Dunkel gehüllt war, auf. Man untersuchte den Schlamm des Nils, auf welchem der vieljährige Weizen so vortrefflich gedeiht, daß er einen 20- bis 30fachen Körnerertrag liefert, konnte durch die aufgefundenen Bestandtheile aber zu keiner genügenden Erklärung über die bekannte Fruchtbarkeit desselben gelangen. Die 3 % organischer Materie sind nicht ausreichend, diese Fruchtbarkeit allein zu bewirken; außerdem fanden sich noch 57 % Kieselerde, 12 % Alaunerde, 3 % Thonerde, 3 % Kalk, ganz geringe Mengen von Kali und Natron, aber 13 % Eisenoxyd. Letzteres ist die Hauptquelle der Fruchtbarkeit des Nilschlammes. In dem heißen Klima Aegyptens bilden sich eine Menge von Stickstoffverbindungen, welche, von dem Eisenoxyde des Schlammes aufgesaugt, nicht allein ungemein vortheilhaft auf die Vegetation, sondern auch auf das Menschen- und Thierleben wirken, indem dadurch die Miasmen zerstört werden, welche die Pest und ähnliche Krankheiten erzeugen.

Die schwarze Erde im südlichen Rußland ist über den südlichen und südwestlichen Theil des europäischen Rußlands in großer Ausdehnung und Mächtigkeit verbreitet; sie ist die Grundlage des ergiebigsten Ackerbaues, und auf ihrem Vorhandensein beruht der Ueberfluß Rußlands an Getreide. Wird die schwarze Erde nur halbwegs sorgfältig bearbeitet, so trägt sie viele Jahre hintereinander, ohne die geringste Bedüngung, das 15- bis 20fache Korn; sie besitzt zwar mehr organische Materien als der Nilschlamm, aber auch 6 % Eisenoxyd, welches neben der Kohle auch hier so günstig auf den Ertrag wirkt.

Eine Analyse guten Weizenbodens aus der Gegend von Lille ergab 4 % Eisenoxyd. Auch die fruchtbaren Ackererden am Senegal enthalten viel Eisen; dasselbe ist der Fall in dem reichen Getreideboden des südlichen Frankreichs, Englands, Schwedens und Chinas. Aber auch wir können in unsern Gegenden theilweise schon aus der Entfernung guten Weizenboden unterscheiden; eine röthliche Färbung deutet in der Regel den besten Weizenboden an.

Nachdem wir aus Obigem gesehen haben, wie günstig das Eisenoxyd auf Gräser, Kartoffeln, Hülsenfrüchte wirkt, glaube ich

nicht unterlassen zu dürfen, auch einige Andeutungen über dessen Anwendung zu geben.

Man überstreue die mit Getreide und Kartoffeln bestellten Felder, so wie die Wiesen im Herbste und theilweise im Frühjahre recht bald mit einer dünnen Lage recht fein vertheilten Eisenoxydes, damit der in der Luft befindliche freie Stickstoff und dessen Verbindungen von jenem reichlich aufgesaugt werde *).

Wird das Eisenoxyd und dessen Hydrat in der Landwirthschaft erst angewandt, und gerade, wo es durch langjährige Bebauung den Feldern zu sehr entzogen wurde, z. B. durch unausgesetzten Kartoffelbau auf einem und demselben Felde, dann dürften in manchen Gegenden bessere Erndteergebnisse erzielt werden.

Wir hören nämlich oft die Klage, und namentlich in den Gegenden, wo der Kartoffelbau seit einer langen Reihe von Jahren stark betrieben wird: daß das Getreide nicht mehr den Ertrag gebe, wie früher. Es könnte dies wohl an der Abnahme des Eisens im Boden liegen; wenn dasselbe auch nicht als eigentlicher Nahrungsbestandtheil fehlt, so dürfte es doch nicht ausreichend sein, um die Ammoniakauffaugung kräftig zu bewirken.

Das Eisenoxyd und dessen Hydrat ist daher nicht allein ein wesentlicher und höchst wichtiger Bestandtheil vieler Pflanzen, sondern auch eine Hauptquelle, durch welche die Gewächse ihren Stickstoffgehalt empfangen; dabei wirkt es für die menschliche Gesellschaft um deshalb noch so wohlthätig, weil es die Miasmen zerstört und ein reines wohlschmeckendes Quellwasser liefert.

Beim Schlusse dieser Arbeit kann ich nicht unterlassen, noch einige Worte über die Wichtigkeit des Eisens im Menschen- und Thierleben beizufügen.

Ursprünglich wird das Eisenoxyd durch die Pflanzen, namentlich durch die Gräser, Gemüse, Kartoffeln u. s. w. in die thierischen Körper übergeführt, bildet daselbst einen Bestandtheil des Blutes, einen sehr geringen des Fleisches und bedingt die rothe Färbung beider.

---

* Sollten Landwirthe Versuche mit Eisenoxyd machen wollen, so kann ich ihnen die Firma König in Saalfeld als Bezugsquelle empfehlen. Daselbst wird das Eisenoxyd billig und äußerst fein hergestellt. W. E.

Sowohl im Menschen- als im Thierkörper wirkt das Eisenoxyd ungemein belebend. Bei fehlendem Eisen wird der Körper schwach und hinfällig, und wird es demselben in hinreichender Menge nicht wieder zugeführt, so stirbt er ab.

Wie in der Natur für Alles ausgezeichnet gesorgt ist, so ist dies auch mit der Zuführung von Eisen in das Blut der Fall. Es geschieht dies in Krankheitsfällen größtentheils durch die eisenhaltigen Mineralquellen. Der Gehalt in diesen an Eisen erzeugt eine größere Anzahl von Blutzellen im Körper, und die Entwickelung dieser Zellen bewirkt eine verstärkte Umwandlung einer Proteïnzusammensetzung in die andere, des Eiweißstoffes in Faserstoff, der zur Bildung der Zellenkeime in den verschiedenen Geweben verwendet wird. Die größere Menge der rothen Körperchen unterhält eine stärkere Reizbarkeit der Organe, zumal des Nerven- und Muskelsystems.

Das Eisen ist daher als Medizin angewandt ein ausgezeichnetes Mittel gegen verschiedene Krankheiten, namentlich die Chlorose. Es wirkt erregend auf das Herz und Blutsystem und kräftigt die Verdauung, oder mit kurzen Worten: es hebt den Tonus.

Wir hören zuweilen von einem Arzte: „Wir leben jetzt in einer Periode, wo das Eisen im Blute verschiedener Individuen nicht in so reichlicher Menge vorhanden ist als in einer andern Periode; namentlich trifft dies das weibliche Geschlecht mehr als das männliche.“ Daß die Nahrungsmittel hierbei den größten Theil der Schuld tragen, dürfte wohl keinem Zweifel zu unterstellen sein.

Die eigenthümlichen Witterungsverhältnisse mancher Jahre, wo den Pflanzen vielleicht nicht die gehörige Menge von Eisenoxyd zugeführt wird, könnten hieran wohl einen großen Theil der Schuld tragen. Eine genaue, freilich höchst schwierige Untersuchung über diesen Gegenstand könnte nicht ohne höchst interessante Aufschlüsse verlaufen und würde dann vielleicht über viele Krankheitserscheinungen ein helleres Licht verbreiten.

Wir sahen z. B.: daß bei ausreichender Menge von Eisenoxyd im Blute der Körper kräftig: daß er dagegen schwach und hinfällig wird, wenn dasselbe nicht in hinreichender Menge vorhanden ist,

und daß in der Regel beim weiblichen Geschlechte dies häufiger der Fall ist, als beim männlichen. Tragen wir diese Erscheinungen nun z. B. auf die in manchen Städten und Ländern so furchtbar auftretende Cholera über, so zeigt sich, daß dieselbe das weibliche Geschlecht leichter erfaßt und dahinrafft, als das männliche, und daß überhaupt schwächliche Individuen mehr von derselben ergriffen werden und ihr schneller unterliegen, als starke. Vergleichen wir diese Erscheinungen mit dem früher Gesagten, so dürfte sich im Verlaufe der Zeit ein Zusammenhang finden, der auch über diese räthselhafte Krankheit ein helleres Licht verbreitet.

Unbedingt ist das Eisen einer der wichtigsten Grundstoffe, und wenn uns dessen Unentbehrlichkeit für die wachsende Cultur der Völker jeden Augenblick vor Augen steht, so war dessen Wichtigkeit im Pflanzen- und Thierleben bis jetzt doch gewiß noch zu wenig beachtet. Es säume daher Keiner, dem Gelegenheit gegeben, diesem Stoffe auf letzterem Gebiete die ihm gebührende Aufmerksamkeit zu schenken.

Phosphor und dessen Verbindung mit Sauerstoff zu Phosphorsäure.

Bei dem lebhaften Interesse, mit welchem in neuester Zeit Alles aufgenommen wird, was auf Thier- und Pflanzenernährung Bezug hat, dürfte es erwünscht sein, in aller Kürze etwas über die unmittelbare Zuführung der Nahrungsmittel aus den Pflanzen in den Thierleib zu vernehmen, namentlich da gerade die Phosphorsäure und deren Verbindungen mit Erden hierbei eine besonders wichtige Rolle spielt.

Wenn wir unsere Blicke über die bewohnte Erdoberfläche schweifen lassen, so zeigt sich uns das Leben auf derselben in einer überausgroßen Mannigfaltigkeit; dennoch finden wir bei genauerer Prüfung: daß die Bildung der einzelnen Individuen unter der staunenswerthesten Einfachheit vor sich geht und daß nur wenig Grundstoffe an der Entwicklung und endlichen Ausbildung derselben Theil nehmen.

Während Licht, Wärme, Electricität das Bestehen alles Lebendigen bedingen, indem ohne diese Kräfte eine Lebensregung nicht in der Möglichkeit liegt, bilden Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff, Stickstoff mit einzelnen wenigen Salzen und Säuren diejenigen Körper, aus denen der Leib und die Gliedmaßen sowohl der Thiere, als der Pflanzen zusammengesetzt ist; denn aus Sauerstoff und Stickstoff besteht die atmosphärische Luft, aus Sauerstoff und Wasserstoff das Wasser, aus Sauerstoff und Kohlenstoff die Kohlensäure, aus Stickstoff und Wasserstoff das Ammoniak.

Bei der Verbindung des Sauerstoffs mit Kohlenstoff und

Wasserstoff wird stets eine bedeutende Menge von Wärme frei und zwar um so mehr, je mehr Sauerstoff vorhanden ist, weshalb dieser Prozeß, der häufig mit Lichterscheinung verknüpft ist, auch Verbrennungs-Prozeß genannt wird.

Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff und Stickstoff bilden durch ihre verschiedenen Verbindungen untereinander eine Unzahl fester und flüssiger Körper, allein für die thierische und pflanzliche Ausbildung sind nur einige und zwar diejenigen Verbindungen von Wichtigkeit, in denen entweder alle vier, oder nur drei dieser Grundstoffe sich zu besondern Körpern vereinigen.

Faserstoff, Eiweiß, Käsestoff und Leim sind diejenigen Körper, in denen die vier Grundstoffe zusammen verbunden, mit kohlensaurem und phosphorsaurem Kalk, mit etwas Kali und Natron und einigen Säuren, den eigentlichen Thierleib bilden. Stirbt letzterer ab, so gehen jene Verbindungen durch chemische Zersetzung, welche man Verwesung nennt, in Wasser, Ammoniak und Kohlensäure über und treten nun wieder in die Ackererde oder in die Atmosphäre ein. Als Rückstand verbleibt ein kleines Häufchen von Erden und Salzen.

Da wo sich nur drei dieser Elemente, ohne Stickstoff, zusammen vereinigen, bestehen die betreffenden Körper aus Stärkemehl, Zucker, Gummi, Fett u. s. w.; sie werden von dem thierischen Körper nur aufgenommen, um umgewandelt sich wieder mit der atmosphärischen Luft zu vereinigen. Außer der Ablagerung von etwas Fett, welches als Reserve für den Verbrennungs-Prozeß im Körper abgesetzt wird, tragen sie zum Ausbaue desselben nichts bei, sondern dienen lediglich und allein zur Herbeischaffung und Forterhaltung der zum Leben unentbehrlichen Körperwärme, indem sich der Sauerstoff der Luft beim Athmen des Kohlenstoffs und des Wasserstoffs jener Körper bemächtigt, sie in den Lungen in Kohlensäure und Wasser verwandelt und dabei die bei dieser Verbrennung entstehende Wärme zurückläßt.

Nichtnur die aus der Verwesung der thierischen Körper hervorgegangenen tropfbar- und gasförmig-flüssigen Verbindungen, sondern auch die als Moder zurückbleibenden Erden und Salze, so wie die durch das Athmen gebildete in die Atmosphäre überge-

tretene Kohlensäure und das Wasser kommen stets dem Pflanzenleben zu Gute, indem sie immer von Neuem wieder als Nahrungsmittel für die Gewächse dienen.

Bevor die Chemie auf ihren jetzigen hohen Standpunkt kam, war man der Ansicht: daß die zur Ausbildung und Erhaltung des thierischen Körpers nothwendigen Verbindungen von Eiweiß, Faserstoff, Käsestoff u. s. w. erst während des Verdauungs-Prozesses gebildet würden, allein unser großer Chemiker v. Liebig wies nach: daß diese Stoffe bereits fertig aus dem Pflanzenreiche in den thierischen Körper übertreten.

Der Faserstoff, der Käsestoff, das Eiweiß, allgemein im Pflanzenreiche, namentlich in den Culturgewächsen verbreitet, werden diesemnach dem Thierreiche, ebenso wie die Phosphorsäure, der Schwefel, das Kali, der Kalk, die Kieselerde, das Eisenoxyd u. s. w. für die Entwicklung und Ausbildung der Gesammt-Körpertheile direct übergeben. Zur Unterhaltung des Athmens und der damit verknüpften Bildung der für das Leben unumgänglich nöthigen Wärme stellt die Pflanze dem Thiere überdies noch eine Anzahl von stickstofffreien Körpern z. B. Stärkemehl, Zucker, Gummi zur Verfügung. Unser Gesammt-Thierhaushalt lebt daher zunächst von den Pflanzen und zwar entweder direct, durch die Pflanzennahrung selbst, oder vermittelt, durch die sich von Pflanzen ernährenden Thiere, welch letztere die Pflanzennahrungsstoffe in sich ansammeln, um sie den Fleischfressern später zufließen zu lassen. Die stickstofffreien, zum Erwärmen der Thierkörper augenblicklich nicht nöthigen werden als Fett abgelagert. Diese Fettablagerung ist nach zwei Richtungen hin von hoher Wichtigkeit, indem durch dieselbe ein plötzliches Absterben vieler Thierindividuen verhütet wird, wenn denselben die Nahrung auf einige Zeit mangelt, denn der Dachs z. B. kann den ganzen Winter hindurch von seinem Fette leben, was er sich im Sommer und Herbste zugelegt hat. Außerdem wird der Mensch mit reichlichen Mengen von Brennmaterial für sein geistiges und leibliches Wohl durch diese Ablagerung im Thierleibe versorgt.

Diese sich durch wissenschaftliche Forschungen herausgestellten Nahrungs-Resultate sind für den Aufschwung der Landwirthschaft

von unschätzbarem Werthe, denn wir erlangen dadurch nicht nur neue Aufschlüsse über die Bedingungen, welche wir an eine gute Ackererde, auf welcher wir unsere Culturgewächse zu erziehen gedenken, zu stellen haben, sondern es verbreitet sich dadurch auch ein helleres Licht über die Düngstoffe und deren zweckmäßigste Verwendung.

Wir sahen weiter oben: daß die Hauptreihe von Nahrungsmitteln, welche das Thier von der Pflanze in Empfang nimmt, aus Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff und Stickstoff: daß die andere Reihe, welche dem Körper die nöthige Wärme zufließen läßt, aus Sauer- Wasser- und Kohlenstoff bestehe; wir sahen ferner: daß sich im Fleische der Thiere Kali, Natron, Kalkerde, Bittererde, Eisenoxyd, Phosphor, Schwefel, Chlor: daß sich im Blute Kieselerde: daß sich in den Knochen Phosphorsäure, Kalk und Bittererde befinde und daß alle diese Stoffe direct aus dem Pflanzenreiche in das Thierreich übergeführt werden. Wenn nun auch die Sauerstoff- Wasserstoff- Kohlenstoff- und Stickstoffverbindungen den Pflanzen durch ihre Millionen von Saugöffnungen größtentheils durch die Luft übergeben werden, so kann dies doch in Bezug auf die Mineralbestandtheile nicht geschehen. Letztere müssen daher unbedingt entweder in der Ackererde, oder, wenn dies nicht der Fall ist, doch in dem derselben zuzuführenden Dünger enthalten sein, denn nur da wird eine Pflanze im vollkommen gesunden Zustande emporwachsen, nur da wird sie kräftige Früchte tragen, wo ihr der Boden die nöthigen Nahrungsmittel bietet; fehlt selbst nur ein Theil der letzteren, dann fängt sie an zu verkümmern und trägt nur wenige und unvollkommne Früchte. Solch krankhafte Zustände tragen sich auch auf die Thiere über, indem letztere die Nahrungsmittel in diesem Falle nicht in dem Mischungs-Verhältnisse übergeben bekommen, wie es ihre Verdauungswerkzeuge verlangen. Die Erziehung gesunder Nahrungs-Pflanzen ist daher für das Fortbestehen und das fernere Gedeihen der menschlichen Gesellschaft von höchster Wichtigkeit, denn wie bereits bemerkt, ist ein fehlender Pflanzenernährungs-Bestandtheil vermögend, die übrigen entweder sämmtlich wirkungslos zu machen, oder die Wirkung doch bedeutend zu schwächen. Je mehr z. B.

Kohlensäure und Ammoniak vermöge sorgfältiger Auflockerung der Ackererde aus der Atmosphäre zugeführt werden kann, desto mehr hat der Landwirth darauf zu sehen, daß auch die mineralischen Nahrungsmittel im ausreichenden Verhältnisse in demselben vertreten seien. Ist dies der Fall, dann stehen die Erträgnisse desselben sehr hoch. Jeder Grundbesitzer befleißige sich daher auf die Zuführung mineralischer Nahrungsstoffe, namentlich der phosphorsauren Salze, mit unausgesetztem Eifer zu sehen, denn es ist eine ausgemachte Sache: daß ein mit Mineralstoffen in reichlicher Menge geschwängerter Boden der Atmosphäre bei weitem mehr Kohlensäure und Ammoniak entzieht, als ein solcher in dem jene fehlen.

Schon dem Nichtfachmanne wird aus dem Gesagten die Ueberzeugung werden: daß die Gewächse mit der Ackererde in der allerinnigsten Beziehung stehen, wogegen dem Fachmanne dieses Verhältniß mit jedem Tage neue und höchst interessante Thatsachen vors Auge führt. Wir bemerkten ja so eben: daß die Pflanzen nicht allein einen Theil ihrer tropfbar- und gasförmig-flüssigen Nahrungsstoffe, sondern daß sie auch ihre festen lediglich und allein dem Boden, auf dem sie wachsen, entnehmen, letztere können aber in diesem Zustande unmöglich in die Gewächse übergehen. Es sind Auflösungsmittel erforderlich, durch welche sie den Wurzeln zugeführt werden. Als solche Auflösungsmittel kennen wir im großen Haushalte der Natur das Wasser und die Kohlensäure. Selbst die festesten Gesteine widerstehen diesen Auflösungsmitteln nicht, wie dies die Kieselerde so überraschend beweist. Das Auge des rationellen Landwirthes muß daher vor Allem auf den Boden und dessen Bedüngung d. h. darauf gerichtet sein, daß jener alle diejenigen Nahrungsmittel der Pflanzen und in ausreichender Menge zugeführt bekommt, die er nicht an sich schon enthält; denn die auf eine sorgfältige Bedüngung und gehörige Auflockerung des Bodens erfolgende Wirkung zeigt unwiderlegbar: daß das Wohlbefinden der Gewächse einestheils von der Mischung des Bodens, anderntheils aber von den zugeführten Düngstoffen abhängig sei. Man kann daher z. B. den Werth eines Düngers nicht lediglich und allein nach seinem Stickstoffgehalte, den er den Pflanzen ab-

zutreten vermag, bemessen; es müssen hauptsächlich auch die darinnen befindlichen Erd- und Alkalisalze berücksichtigt werden und diese hängen dann wieder hauptsächlich von der Güte des Futters, welches den Thieren verabreicht wird, ab. Wohl kann z. B. selbst von einem sehr stickstoffreichen Dünger Mißbrauch gemacht werden, und was soll derselbe auch den Pflanzen für Vortheile bringen, wenn der Ackererde nicht zugleich auch alle übrigen zu ihrer vollkommnen Entwicklung nothwendigen Nahrungsstoffe übergeben werden, vorausgesetzt daß jene dieselben nicht schon enthält?

Wenn wir die Wiesen, Gärten und selbst einzelne Felder in der nähern Umgebung von abhängig gelegenen Dörfern und Städten, über welche sich die aus jenen abgehenden Flüssigkeiten verbreiten, aufmerksam ins Auge fassen, so gewahren wir auf ihnen nicht allein einen bei weitem üppigeren Graswuchs, als auf andern in weiten Entfernungen von den Orten gelegenen, sondern das Vieh hat nach dem Genusse des auf diesen Grundstücken gezogenen Futters auch ein bei weitem besseres Aussehen, als dasjenige was mit Futter von entfernt gelegenen Wiesen ernährt wird.

Dieselben günstigen Erscheinungen stellen sich uns dar, wenn wir unsere Wiesen im Frühlinge mit ausgelaugter oder unausgelaugter Holzasche überstreuen, wenn wir sie im Herbste oder im Winter mit Urin und Mistjauche überführen, wenn wir Knochenmehl über dieselben verbreiten. Im letzteren Falle wird die Hausfrau nicht allein einen besseren Geschmack, sondern auch einen steigenden Ertrag bei der Milch gewahren.

Es entsteht nun die Frage: was wird den Wiesen in den Flüssigkeiten, die aus Städten und Dörfern austreten und sich über die Grundstücke verbreiten, zugeführt? was für düngende Bestandtheile enthalten nicht allein diese Zuführungen, sondern auch die Holzaschen, der menschliche Urin, die Mistjauche, das Knochenmehl?

Die aus Städten und Dörfern abgehenden Flüssigkeiten bestehen — das reine Wasser nicht mit berücksichtigt — größtentheils aus Menschen- und Thierharn und aus Auslaugungen der festen Thier- und Menschen-Exkremente, in denen neben Stickstoffverbindungen und verschiedenen Salzen Phosphorsäure enthalten ist.

Die Vereinigung der nicht flüchtigen unorganischen Stoffe, namentlich der phosphorsauren Verbindungen mit Ammoniak und Kohlensäure ist aber eine Hauptbedingung bei der Pflanzenernährung; denn aus den interessanten Versuchen des Fürsten von Salm-Horstmar mit Erziehen von Haferpflanzen, so wie aus einer Menge praktischer Erfahrungen geht auf das Ueberzeugendste hervor: daß basisch phosphorsaure Salze unbedingt nothwendig zur Ausbildung fast aller Pflanzen sind. Außer Stickstoff und einigen andern Bestandtheilen finden wir nun diese phosphorsauren Verbindungen sowohl im Urine, als auch in den festen Exkrementen, im größern oder geringern Verhältnisse, je nachdem die zugeführten Nahrungsmittel mehr oder weniger derselben enthielten. Im Harne sind Ammoniaksalze in reichlicher Menge und im auflöslichen Zustande, ebenso wie phosphorsaure Ammoniak- Kalk- und Talksalze enthalten und dabei bildet sich aus dem Harnstoffe des Menschenharns überdies noch Ammoniak, man kann sich daher die üppige und schnelle Düngkraft desselben leicht erklären. Wenn man salzsaure Bittererde mit Harn vereinigt, so entsteht, nachdem sich der Harn in kohlensaures Ammoniak verwandelte, ein leicht lösliches Doppelsalz. Die Phosphorsäure des Harns verbindet sich nämlich sowohl mit dem Ammoniak, als mit der Bittererde zu phosphorsaurer Ammoniak-Bittererde. Auf diese Weise könnte man, vermittelst der Mutterlauge aus Salinen, in den großen Städten eine bedeutende Menge des kostbarsten leichtlöslichsten Pflanzennahrungsmittels aus dem Urine der Abzugskanäle in fester Form gewinnen und ließen sich dadurch überaus lukrative Düngstoff-Geschäfte einleiten.

Die Gehalte der verschiedenen Dünger an Phosphorsäure sind ungemein verschieden; so hinterläßt z. B. der Mist eines mit Hafer und Heu gefütterten Pferdes nach dem Verbrennen 10% Asche, welche aus kohlensaurem und kieselsaurem Kali und einer nicht unbedeutenden Menge von phosphorsaurer Kalk- und Talkerde besteht. Der Kuhmist dagegen hat weniger phosphorsaure Salze, weil dieselben als ausgezeichnete Nahrungsbestandtheile mit in die Milch übergehen; dagegen enthalten die Menschenexkremente 10% ihres Gewichtes phosphorsaure Kalk- und phosphorsaure Talkerde. Aus

diesem Grunde bleibt aber auch die Wirksamkeit des Kuhdüngers weit hinter der des Menschendüngers. Bei Verwendung des letzteren ergiebt sich ein 14facher Körner-Ertrag, während bei ersterem nur der 7fache erzielt wird.

Dieselben befruchtenden phosphorsauren Salze finden sich in der Tannen- und Fichten- und in noch reichlicherem Verhältnisse in der Buchen-Asche. Während die ersteren $\frac{1}{10}$ ihres Gewichtes an phosphorsauren Kalk- und Eisensalzen besitzen, enthalten die Buchen-Aschen sogar $\frac{1}{5}$ dieses wichtigen Stoffs.

Sehr viel Phosphorsäure und zwar an Kalk zu basisch phosphorsaurem Kalk gebunden enthalten die Knochen. Es sind dies die widerstehenden festen Organe, bestimmt, nicht allein die weichen Theile der thierischen Organismen zu halten und zu beschützen, sondern auch die aufrechte Stellung der höheren Thiere bedingend; sie bestehen wesentlich aus zwei Elementen: einem unorganischen erdigen Theile, der ihnen die zu ihren Verrichtungen erforderliche Festigkeit verleiht, und aus einem organischen Gewebe — Knorpel genannt. Der phosphorsaure Kalk, welcher zu den unorganischen gehört, beträgt 53 bis 57 Procent. Obschon die Knochen im Allgemeinen schwer zerstörbar sind und sich unter Umständen Jahrhunderte lang in der Erde erhalten, so werden sie doch durch kohlensäurehaltiges Wasser, namentlich bei feiner Vertheilung, leicht aufgelöst. Lassaigne stellte hierüber Versuche an und zwar sowohl mit frischen, als mit solchen, die durch längeres Liegen unter der Erde theilweise zersetzt waren. Diese Versuche ergaben: daß Knochen in Stücke von der Größe einer Haselnuß zerschlagen nach Verlauf von 8 bis 10 Stunden unter Berührung von Wasser, welchem ein Maas Kohlensäure beigemischt war, eine gewisse Menge ihres phosphorsauren und kohlensauren Kalkes abgaben. Sind die Knochen selbst nur gröblich gepulvert, so ist die Menge der aufgelösten basischen Salze schon weit größer. Je weiter die Zerkleinerung aber fortgesetzt wird und in je aufgelockerterem Zustande der Boden in welchen sie zu liegen kommen sich befindet, desto mehr phosphorsaure Verbindungen nimmt das kohlengesäuerte Wasser auf und führt sie durch die Wurzeln in das Pflanzengewebe über. Die sorgfältige Klärung des Bodens ist deshalb

nothwendig, damit die Sauger eine vermehrte Wärme, bei welcher sich die auflösende Kraft des Wassers, so wie die gegenseitige Berührung mehrt, hervorrufen.

Neben dem Stickstoffe, dem Kohlenstoffe und verschiedenen Salzen ist es daher die Phosphorsäure, welche im Urine, den festen Exkrementen, den Knochen, der Asche u. s. w. die günstige Wirkung auf unsere Wiesen hervorbringt; sie thut dies hier jedoch nicht allein, sondern auch den Feldern ist sie ganz unentbehrlich, wie dies nicht allein aus dem Bestreuen derselben mit Knochenmehl und Asche, sondern auch durch die Zuführung von Menschen- und Thier-Dünger, außerdem aber aus den Analysen der auf jenen gezogenen Früchte so deutlich erhellet. Weiter oben beim Stickstoffe sahen wir bereits: daß auf Kirchhöfen, auf Schlachtfeldern, auf Fallangern, auf Feldern von Fleischern und Gerbern eine vermehrte Fruchtbarkeit stattfinde und ist neben dem Vorhandensein von reichlicheren Mengen von Stickstoff auch hier die Phosphorsäure die Ursache der üppigeren Vegetation. Wie ungemein günstig dieselbe überall da, wo sie in reichlichen Quantitäten neben andern Düngstoffen vorhanden ist, wirkt, dies sehen wir an Teichen und Seeen, welche nach langer Benutzung zur Fischzucht trocken gelegt wurden. Die im Schlamme derselben vergrabenen Gräten und Schuppenüberreste rufen den prachtvollsten Grasrufen den wucherndsten Getreidewuchs hervor.

Wenn schon der Guano zum dritten Theile aus Stickstoffverbindungen besteht, so würde seine Wirkung doch kaum zur Hälfte so groß sein, enthielte er nicht die bedeutende Menge von Phosphorsäure, welche bis zu 20% in ihm anwächst. Aus diesem Grunde leisten auch alle Exkremente derjenigen Vögel, welche entweder nur von Sämereien oder welche sich nur von Fischen ernähren, in der Landwirthschaft so ausgezeichnete Dienste.

Der Landmann wählt zum Bedüngen seiner Wiesen nicht vergebens die kurzen, zuunterst in der Miststätte lagernden Düngstoffe, nicht vergebens benutzt er für diesen Zweck das Straßenkehricht und die Schutte aus Winkeln; nicht vergebens bestreut er seine Wiesen mit Malzkeimen, in welche sich beim Keimungsprozesse die größte Menge des phosphorsauren Kalkes aus den Gerstenkörnern gezogen

hat; nicht vergebens wählt er die aus faulendem Holze hervorgegangene Erde, so wie die Holzaschen. Ueberall sucht er, obschon er sich dies in den meisten Fällen nicht bewußt ist, phosphorsaure Verbindungen zuzuführen.

Der Phosphor findet sich in der Natur in den meisten Flüssigkeiten des Körpers der höheren Thiere und der phosphorsaure Kalk macht, wie wir bereits sahen, einen wesentlichen Bestandtheil der Knochen aller Thiere aus. Außerdem finden sich phosphorsaure Verbindungen in den meisten Pflanzen, namentlich in den Cerealien, Oelfrüchten, Futterkräutern und Bäumen. Im Mineralreiche, mit Kalk, Eisen und Kupfer in Verbindung, zeigt er sich außerdem noch in geringen Quantitäten in den meisten Gebirgsarten.

Der Phosphor wirkt als Gift. Im Thier- und Pflanzenreiche ist er stets mit Sauerstoff zu Phosphorsäure verbunden, welche aus 43,96 Phosphor und 56,04 Sauerstoff besteht. Mit Fett in Verbindung kommt er in einem Minimum im Gehirne vor. Die Phosphorsäure ist mit Kalk und Talkerde zu basischen Salzen, sowohl in den Pflanzen- als in Thierleibern verbunden, man erhält dieselbe durch Verbrennung von Phosphor unter einer Glasglocke, sie stellt sich als weißes Mehl dar und bildet im geschmolzenen Zustande eine glasartige Masse, zerfließt an der Luft und löst sich im Wasser und Weingeiste auf. Ihr Geschmack ist sehr sauer.

Wie wir sahen ist die Phosphorsäure nicht allein in allen Theilen des menschlichen und thierischen Körpers verbreitet, sie bildet auch das eigentliche Gerüste desselben. Ohne das Vorhandensein des phosphorsauren Kalks wäre eine aufrechte Stellung, wäre eine Bewegung der Glieder nicht möglich. Wir finden daher bei Menschen und Thieren, wo der phosphorsaure Kalk nicht in ausreichender Menge zugeführt wurde, wo also die Nahrungsmittel zu wenig desselben enthielten, entweder kleine Individuen, oder Verkrüppelungen, indem die Knochensubstanz entweder nicht nach allen Richtungen hin ausgebildet werden konnte, oder für einzelne Körpertheile ganz und gar fehlte. Man sucht den Kindern in ihrem zarten Alter daher stets Nahrungsmittel wie Milch, Semmeln u. s. w. zu verabreichen, in welchen größere Mengen von phosphorsauren Salzen enthalten sind. Die Kinder ziehen in ihrem

zarten Alter aber auch die Speisen z. B. den Reisbrei vor, worinnen diese wichtigen Ausbildungsstoffe in etwas größerer Menge enthalten sind. In sumpfigen Gegenden und bei Vorhandensein von Wasser, welches kohlensaures Eisenoxydul aufgelöst enthält, bildet sich unter der Einwirkung von vegetabilischen Substanzen phosphorsaures Eisenoxyd, wodurch die für die Vegetation so ungemein wichtige Säure, wenigstens auf eine Zeit lang und bis dahin wo die Trockenlegung erfolgt, verloren geht; denn die phosphorsauren Eisen- und Mangansalze sind unlöslich in kohlensäurehaltigem Wasser, dem vorzüglichsten bei der Pflanzenernährung thätigen Lösungsmittel.

Da uns nun in dem Vorausgegangenen vollkommen klar geworden ist: daß die Phosphorsäure mindestens eben so wichtig als das Ammoniak und die Kohlensäure ist, so muß der Landwirth sich auch um so mehr vorsehen, daß er seine Düngstätten nicht mit Eisenvitriol bestreue, oder mit dessen wäßriger Auflösung begieße, um das kohlensaure Ammoniak mittelst jenes Salzes in schwefelsaures umzuwandeln; denn es könnte sonst der Fall eintreten, daß sich das Eisenoxydul in Eisenoxyd verwandelte und letzteres sich dann mit der Phosphorsäure zu einem unlöslichen Salze verbände; in diesem Falle wäre dieses nützliche Pflanzennahrungsmittel, wenigstens auf eine Zeit lang, für die Vegetation verloren. Ich sage eine Zeit lang und dies wohl mit vollem Rechte; denn wir sehen: daß beim Vegetationsprozesse eigenthümliche, noch nicht hinlänglich erkannte chemische Zersetzungen vorkommen und daß z. B. auch das im Torfe und in verschiedenen Aschen enthaltene phosphorsaure Eisenoxyd unter gewissen Vorbereitungen und Umständen z. B. nach gehöriger Austrocknung, nach Beigabe von Kalk u. s. w. vortreffliche Dienste bei der Pflanzenernährung leistet. Jedenfalls aber beobachte jeder Landwirth die Vorsicht, für die Geruchsverbesserung seines Düngers kein Eisensalz, sondern Gyps, oder reines Eisenoxyd als Ammoniakauffanger in Anwendung zu nehmen; mit letzterem verbinden sich die phosphorsauren Salze im feuchten Zustande nicht, so lange Erdenverbindungen vorhanden sind; wir sehen dies bei allen guten Bodenarten und namentlich bei der russischen Schwarzerde ganz deutlich.

Auf nassen Wiesen, wo die Phosphorsäure an das Eisenoxyd gebunden ist, erbeutet man nicht allein nur wenig, sondern überdies auch ganz schlechtes, saures Futter. Dehnen sich solche Wiesenflächen über ganze Flurbezirke aus, so zeigt sich das in solchen Gegenden gezogene Vieh klein und unansehnlich, und dadurch, daß es einen schlechten, wenig phosphorsaure Salze enthaltenden Mist liefert, bleibt auch der Ertrag der Felder zurück und wird von Jahr zu Jahr geringer.

Will man einer solchen Gegend aufhelfen, so müssen vor Allem die Wiesen entsumpft und dadurch die gebundenen Schätze von phosphorsauren Salzen freigemacht werden; sie lösen sich dann in kohlensäurehaltigem Wasser und lassen sich leicht in das Pflanzengewebe überführen; es muß der Kleebau gehoben und das Vieh außerdem mit gutem Heue, mit Kartoffeln, Rüben, Körnern, Leinkuchen gefüttert werden; es muß den Feldern und Wiesen ferner Knochenmehl und Guano übergeben werden. Als Resultat einer solchen Behandlung werden sich die glänzendsten Getreide- Raps- Klee-Erndten herausstellen. Man fasse in dieser Beziehung nur die Felder eines Gutes, wo viel Mastvieh gezogen wird, gegen andere, wo dies nicht der Fall ist, ins Auge. Der erste Blick wird uns überzeugen: daß der vermehrte Phosphorsäuregehalt des erlangten Düngers die ungemein üppige Vegetation auf jenem hervorruft. Auf solchen Gütern werden Abgänge von Brauereien und Brennereien, werden Kartoffeln und Rüben, wird Schrot u. s. w. gefüttert und diese Futtergattungen enthalten 2- bis 6mal so viel phosphorsaure Salze, als das gewöhnliche Heu.

Solange ein Thier im Wachsthume begriffen ist, hat der Landmann ganz besonders Sorge zu tragen, daß ihm Futter mit vermehrtem Phosphorsäuregehalte zugeführt werde, denn in dieser Zeit ist die meiste Sorgfalt auf seinen Knochenausbau zu verwenden. Daher müssen tragende Kühe, sollen sie starke Kälber gebähren, neben ganz gutem süßen Heue Saufen gereicht bekommen, in welches Kleie oder Schwarzmehl, in welches Schrot, in welches gequetschte Kartoffeln gerührt sind. Daher muß Kälbern, die der Muttermilch entwöhnt werden, geweichtes Schwarzbrod, Saufen in welches Mehl gequirlt ist, gekochte Körnerfrüchte und Kartof-

feln, so wie Abkochungen von Heugesäme übergeben werden. Die Saamen von Grasarten enthalten nämlich viele phosphorsaure Ammoniak-Bittererde, welch letztere mit Stickstoff in Verbindung zur Ausbildung derselben durchaus nothwendig ist.

Um großes starkes Vieh zu erzeugen, würde die Einführung des Maisbaues bei uns ungemein vortheilhaft sein, denn in den Aschen der Maiskörner finden sich gegen 53 % Phosphorsäure, weshalb Italien auch so großes und starkes Rindvieh aufzuweisen hat.

Kühn in Taukenischken machte auf die Wichtigkeit der Bedüngungsweise mit Knochen aufmerksam; er erinnert: daß die Engländer, welche Knochen aus allen Theilen der Welt kaufen, sowohl hierdurch, als auch durch ihren kalkreichen Boden die Größe ihrer Thiere und die Ertragsfähigkeit der Felder bedeutend erhöht haben. Für sehr wesentlich erklärt Kühn die Vortheile, welche aus dem Bedüngen der Wiesen mit Knochenmehle einem Gestüte erwachsen. Die Mutterstute finde beim Fohlen im Hafer nicht diejenige Menge von phosphorsaurer Kalkerde, deren sie als Ersatz für den mit dem Füllen aus dem Körper verloren gegangenen phosphorsauren Kalk bedarf. Vermöge der Knochenbedüngung aber erhalte nun auch das Heu phosphorsaure Kalkerde. Durch letztere verspreche dasselbe doppelten Nutzen, da diejenigen Mengen phosphorsauren Kalks, welche in dem Körper der Thiere nicht fixirt werden, als Dung auf die Felder gelangen und die Ertragsfähigkeit erhöhen, besonders die Saamen vergrößern. Bekannt sei es namentlich: daß die Saamen der Gerste die größte Menge phosphorsauren Kalks enthalten. Aus demselben Grunde erzeuge die Fütterung von Hafer im Gestüte von Taukenischken das schnelle Wachsthum der Füllen. Dieses Wachsen müsse natürlich vermehrt werden, sobald zur Fütterung noch Heu gelange, welches zugleich die Eigenschaften des Hafers besitze."

Ich erlaube mir nun den Phosphorsäuregehalt von Aschen verschiedener Culturgewächse aufzuführen. Gewiß haben viele der Leser, wenn sie diese Reihe zu Gesichte bekommen, aus Erfahrung bereits kennen gelernt: daß die mit einem bedeutenden Phosphorsäuregehalte versehenen Pflanzen zugleich auch die sind, welche außer gutem Futter auch einen vortrefflichen Dünger abgeben.

Reis	enthält	in	seiner	Asche	60 %	Phosphorsäure.
Mais	=	=	=	=	53 %	=
Weizen	=	=	=	=	45 ¾	=
Roggen	=	=	=	=	33—39	=
Gerste	=	=	=	=	26—31½	=
Spergel	=	=	=	=	29¼	=
Hafer	=	=	=	=	18—29	=
Erbsen	=	=	=	=	30—38	=
Bohnen	=	=	=	=	33—36	=
Saubohnen	=	=	=	=	36	=
Rapssaamen . . .	=	=	=	=	45	=
Leinsaamen	=	=	=	=	38	=
Kartoffeln	=	=	=	=	15—17	=
Kohlrabi	=	=	=	=	13	=
Gelbe Rüben . . .	=	=	=	=	12½	=
Kohlstrünke	=	=	=	=	19½	=
Weißer Klee . . .	=	=	=	=	11—12	=
Rother Klee . . .	=	=	=	=	6—7	=
Poa pratensis . . .	=	=	=	=	10	=
„ trivialis . . .	=	=	=	=	9	=
Esparsett	=	=	=	=	9½	=
Esparsettsaamen .	=	=	=	=	20¾	=
Heu	=	=	=	=	6¼	=
Sommerstroh . . .	=	=	=	=	5	=
Winterstroh	=	=	=	=	2¾	=
Gerstenstroh . . .	=	=	=	=	3½	=
Weizenstroh . . .	=	=	=	=	4	=
Haferstroh	=	=	=	=	2—7	=
Rapsstroh	=	=	=	=	4¾	=
Oelkuchen	=	=	=	=	32	=

Mit größter Aufmerksamkeit hat daher der Landwirth die Bestandtheile seines Düngers im Auge zu behalten und das Futter des Viehs so einzurichten, daß recht viel phosphorsaure Salze erlangt werden. Die kohligen Bestandtheile führt die Streu und die Kohlensäure der Luft, letztere auch einen bedeutenden Theil des Ammoniaks ohnehin zu. Ein Hauptaugenmerk ist aber auf die Miststätten

und Abtrittsgruben zu richten. Diese sollten sämmtlich mit fest geschlagenen Lehmsohlen ausgeschlagen und diese Sohlen mit Cement ausgemauert sein, damit kein Harn in den Boden dringen, damit durch zufließende Regen und sonstige Wasser nicht allein letzterer, sondern auch keine Theile der festen Exkremente ausgelaugt und fortgeführt werden können.

Sehen wir hin auf jene Länder, wo die Bodencultur so hoch steht wie z. B. in Belgien: wie sorgsam geht man da mit dem Dünger um, wie pflegt man denselben! Dort stellt man — damit ja nichts umkomme oder verloren gehe — Cisternen in der Nähe oder sogar auf den Feldern selbst her, überdeckt sie und trägt die flüssigen und festen Exkremente in dieselben. Fängt der Dünger zu gähren an, dann wirft man Leinkuchen und andere stickstoff- und phosphorsäurereiche Substanzen hinein und läßt das Ganze so lange stehen, bis die Aecker besät werden sollen. In dieser Zeit überführt man die Felder mit dieser flüssigen Masse und streut sogleich den Saamen hinein. In jenem gewerbfleißigen Lande sucht man in jeder Art und Weise den Verlust von Stoffen zu vermeiden, welche zum Reichthume civilisirter Länder das meiste beitragen. Wie ganz anders sieht es dagegen theilweise noch in Deutschland aus! Da findet man große Ortschaften fast noch ohne selbst nur roh aufgemauerte Miststätten, ohne Abtrittsgruben und ohne Sammelplätze für den abgehenden Harn. Zum größten Theile fließt letzterer unmittelbar aus den Ställen in die Bäche und es gehen auf diese Weise unberechenbar große Capitalien verloren. Nur dann erst, wenn es soweit gekommen sein wird, daß allerwärts gute Miststätten und Abtrittsgruben angelegt: daß alle Flüssigkeiten, welche sich in Kloaken sammeln, über Erdhaufen verbreitet: daß das Straßenkehricht überall aufgesammelt wird, kann der Pflanzenreichthum des Bodens sich nach und nach wieder auf die Stufe erheben, wo er in frühern Perioden stand.

Ohne alle Frage ist der Verlust an Phosphorsäure der empfindlichste in der Landwirthschaft; denn die Kohlensäure und ein großer Theil des Ammoniaks kann aus der atmosphärischen Luft bezogen werden, die übrigen Salze finden sich in der Regel in reichlicheren Mengen im Boden und im Miste, was bei den phosphor-

sauren Verbindungen nicht immer so der Fall ist. Was kann es aber dem Landwirthe nutzen, brächte er auch noch so viel Stickstoffverbindungen, noch so viel leichtzersetzlichen Kohlenstoff, noch so viele Salze auf seine Felder, und die Phosphorsäure fehlte?

Man hat zwar in der Jüngstzeit durch eine vermehrte Anwendung von Knochenmehl, durch Ankauf von Guano dem Abgange von Phosphorsäure zu steuern gesucht, allein der Verlust derselben ist trotzdem noch ein zu großer. Ich will hier nicht von der Ausfuhre desselben durch unser Mastvieh nach England und Frankreich reden, derselbe wird jedenfalls reichlich durch die Einfuhre von Getreide gedeckt; allein was gehen bei uns durch das theilweise Verzetteln von Knochen, was durch das Nichtauffammeln des Harns, durch das Ausspülen der Miststätten durch Regen- und sonstige Wasser verloren!

Bemerken wir den Verlust an Phosphorsäure auch in der Nähe der Städte und Dörfer nicht so sehr, so ist derselbe für entfernt gelegene Grundstücke, namentlich für Wiesen, die wegen ungünstiger Lage nicht bewässert werden können — durch das Bewässern wird letzteren neben Stickstoffverbindungen eine bedeutende Menge von phosphorsauren Salzen zugeführt und ist dies der Hauptzweck der Ueberrieselungen — doch nicht hoch genug in Anschlag zu bringen. Ein Morgen Wiese der einen guten Ertrag liefern soll, bedarf jährlich wenigstens zwischen 20 und 25 Pfund phosphorsaure Salze und je mehr daher dieselben durch langjährige Bewirthschaftung dem Boden entzogen werden, je schneller nimmt der Ertrag desselben ab.

Der alte Satz: daß auf der Welt nichts verloren gehe, bewährt sich zwar auch hier, allein daß Stoffe, die unumgänglich nothwendig zur hinreichenden Beschaffung der menschlichen und thierischen Nahrungsmittel sind, durch Unkenntniß und nicht gehörige Beachtung nach den entlegensten Weltgegenden verschlagen werden und von dort nur mit Aufwand großer Kosten wieder zurückzubringen sind, dürfte in keiner Weise zu rechtfertigen sein. Ein Mensch sondert durch seinen Harn im Verlaufe eines Jahres circa 3 Pfund Phosphorsäure aus, von derselben geht in großen und kleinen Städten, in Dörfern und Höfen der größte Theil in Gräben und Kloaken fort und gelangt durch Bäche und Flüsse endlich ins

Meer. Nehmen wir nun an, daß, da durch Bewässerung ein Theil desselben auf den Wiesen zurückgehalten wird, der Abgang selbst nur die Hälfte also 1½ Pfund pro Kopf betrage, so verschwinden einer 50 Millionen starken Bevölkerung jährlich 750000 Ctr. Phosphorsäure, die unserer Feld- und Wiesencultur von unberechenbarem Vortheile sein würde.

Durch die Fische, die wir verspeisen, bekommen wir zwar allerdings einen großen Theil derselben wieder zurück, dennoch wird aber der Abgang dadurch lange nicht ausgeglichen.

Würden nun unsere Abtritte und Düngstätten so eingerichtet, daß von den festen und flüssigen Exkrementen gar nichts mehr verloren gehen und im Wasser fortfließen könnte, so würde sich andererseits in der lebenden Schöpfung eine Ungleichheit einstellen, bei welcher die Liebhaber von Fischen den Kürzeren zögen; denn in diesem Falle entgingen den Wasserbewohnern dann die Substanzen, aus welchen sie ihr Knochengerüste aufbauen. Daß letzteres durch die im Wasser befindlichen phosphorsauren Salze geschieht, gewahren wir in gebirgigen Walddistrikten ganz deutlich. Die Forelle z. B., welche sich in Bächen in der Nähe von volkreichen Orten noch zu einer bedeutenden Größe ausbildet, vermag dies in höher gelegenen unbewohnten Walddistrikten nicht mehr; sie nimmt daselbst schon einen veränderten Bau an: der Kopf wird stumpfer, der Leib rundlicher und man nennt sie nun, zum Unterschiede von jener, Steinforelle. Eine solche, gegen eine Forelle aus einem größern in der Umgebung von Städten vorüberfließenden Bach gehalten, hat sich so verändert, daß man beide kaum für ein und dieselbe Gattung hält; da jedoch die Forelle ein Raubfisch ist und Frösche, Heuschrecken u. s. w. fängt, so kann sie ihr Grätengerüste immer noch besser ergänzen, als andere Fische die nur von Fliegen ꝛc. leben. Besetzen wir z. B. einen Teich in einem Gebirge, der keinen Zufluß von einem Orte hat, mit Karpfen, so verkrüppeln dieselben d. h. sie wachsen fast gerade soviel nach der Breite, als nach der Länge und überdies geht das Grätengerüste nicht bei allen gerade aus, sondern ist mannigfach gebogen. Ein oder der andere Forscher stellt die Behauptung auf, es rühre dies von der Kälte des Wassers her, allein gehen wir höher in das Gebirg und treffen dort in der Nähe

eines Ortes einen Teich, so zeigen sich die Karpfen in demselben im vollkommen normalen Zustande und so schnell, ja noch schneller wachsend, als in Teichen die in warmen Gegenden liegen, obschon das Wasser in diesen höher gelegenen Teichen kälter ist, als in den tiefer unten im Gebirge gelegenen. Die Abnormität der Karpfen in letzteren ist daher lediglich und allein darinnen zu suchen, daß ihnen der Zufluß von phosphorsauren Salzen aus bewohnten Orten fehlt, um daraus ihr Grätengerüste richtig bilden zu können; denn das Fett dieser verkrüppelten Fische bezeugt zur Genüge, daß sie an andern Nahrungsmitteln keinen Mangel litten.

Den Karpfen in den hochgelegenen kalten Dorfteichen werden die phosphorsauren Salze in ausreichender Menge durch den Harn und die festen Exkremente von Menschen und Thieren zugeführt, weshalb auch ihre Ausbildung vollkommen vor sich geht. Auch in den Alpen finden wir Beispiele von fischleeren Seen und schrieb man dies zeither der hohen Lage und dem Umstande zu, daß bei einer solchen nicht Luft genug im Wasser vorhanden sei, um das Athmen der Fische zu gestatten; der eigentliche Grund ist aber auch hier in der Abwesenheit der phosphorsauren Salze zu suchen.

Der Fischzüchter weiß aus Erfahrung, wie günstig thierische Exkremente auf die Fische einwirken. Hat er Teiche, denen ein gehöriger Wasserzufluß aus Städten und Dörfern fehlt, so läßt er im Sommer zum öftern Viehheerden in dieselben treiben, wirft Schafmist hinein oder füttert die Fische mit Weizen und mit Erbsen. Wie begierig Fische die menschlichen Exkremente erhaschen, dies gewahrt man in Bädern, wo die Abtritte in Bäche und Flüsse einmünden.

Die Fische sind es also, welche sich der phosphorsauren Salze des in Bäche und Flüsse übergeführten Harns und der aufgelösten Kothstoffe bemächtigen, um dieselben zu ihrem Grätengerüste zu verarbeiten. Von ihnen bekommen wir im letzteren, in den Schuppen, so wie im Fleische und Blute zwar einen bedeutenden Theil wieder zurückerstattet, allein trotzdem gehen mächtige Quantitäten ins Meer. Auch in diesem unendlichen Wasserbehälter werden dieselben zum Ausbaue der Fischgerüste verwendet. Ein großer Theil derselben würde sich im Schlamme verhüllt auf dem Meeresgrunde

verlieren, wenn nicht unabsehbare Vögelschwärme sich der Fische als Nahrung bedienten, die dann ihre Exkremente an den niemals beregnet werdenden Küsten und Felsen von Chili und Peru, am Kap und dem westlichen Afrika, in Patagonien, auf den Seychell-Inseln und Australien in ungeheurer Menge ablagerten. Von diesen entfernten Welttheilen erhalten wir unsere Phosphorsäure und den Stickstoff, welch beide wir im Harne u. s. w. leichtsinniger Weise weglaufen ließen, zu hohen Preisen wieder zurück. In der Jüngstzeit ist der Guano Gegenstand eines sehr lebhaften Handels zwischen Europa und Amerika geworden und wird durch denselben ein Capital von mehr als 10 Millionen Thaler in Umlauf gesetzt.

Man unterscheidet mehrere Sorten von Guano. Der weiße ist am geschätztesten; ist er roth oder braun gefärbt, so stellt er sich in geringerer Qualität dar. Auch in Europa besitzen wir Guano d. h. Ansammlungen von Vogelexkrementen an den Klippen bei Scarborough in Yorkshire und der Pentland Firth in Schottland. Derselbe unterscheidet sich von dem tropischen hauptsächlich durch seinen Mangel an harnsaurem Ammoniak und Ammoniaksalzen überhaupt, welche durch den Regen herausgewaschen wurden; da er aber nächst andern Salzen viel phosphorsaure enthält, so giebt er für unsere Culturgewächse dennoch einen sehr guten Dünger ab.

Ob der Guano von Vögeln herstamme oder durch Zusammenhäufungen von Fischen entstanden sei, darüber wollen wir uns hier nicht weiter verbreiten; daß aber ersteres der Fall gewesen sein möge, ist mit viel mehr Sicherheit anzunehmen. Finden sich auch ganze Fischgerippe in den Guanolagern, so wissen wir andererseits aber auch gerade so gut: daß Vögel die Fische oft sehr weit forttragen, um das Fleisch derselben anderwärts zu verzehren. Auf diese Weise könnten Gerippe von großen Fischen und in bedeutender Anzahl in die Guanolager gekommen sein.

Was Felder betrifft, welche der Cultur noch nicht lange unterstellt, namentlich solche, die dem Meeresgrunde neustens erst entstiegen sind z. B. einige Marschländer, der russische Schwarzboden, der im südlichen und südwestlichen europäischen Rußland in großer Ausdehnung und Mächtigkeit verbreitet und als allerjüngste Ablagerung anzusehen ist, so tragen dieselben auf lange Jahre hinaus

die reichlichsten Früchte ohne Bedüngung. Daß aber die russische Schwarzerde ein Gebilde der Jüngstzeit sei, bestehend aus Meeresschlamm, der beim Zurücktreten des schwarzen Meeres, des Kaspi- und vielleicht einiger andern Binnenseen frei wurde, davon können wir uns heut zu Tage nach dem Zurückgehen des Aral- und anderer asiatischer Seen überzeugen. Nicht nur die Ufer des letzteren treten mehr und mehr zurück, man gewahrt auch in der Nähe desselben mehrere größere und kleinere Wasserbecken die früher, vereinigt, größere Seen bildeten. Auch die Bestandtheile des Bodens, namentlich verschiedene Muscheln in demselben weisen darauf hin. Hieraus läßt sich nun auch die ungemeine Fruchtbarkeit jener Feldflächen erklären. Die Menge von Fischen, welche beim Zurücktreten der Wasser in dem an sich schon sehr stickstoffreichen und mit phosphorsauren Salzen geschwängerten Schlamm zu Grunde gingen, trugen außerordentlich viel zur schwellenden Fruchtbarkeit desselben bei.

Ganz guter Boden kann bei sorgfältiger Bearbeitung eine lange Reihe von Jahren hinter einander benutzt werden, ohne daß er bedüngt zu werden braucht, ja man muß die Bedüngung sogar vermeiden, indem sich die Cerealien sonst überwachsen und umlegen.

Ueberraschend ist die Erscheinung: daß im Schlamm des Nils durch die Analyse keine Phosphorsäure nachgewiesen wurde und doch könnte der Weizenertrag daselbst nicht so überaus hoch stehen, wäre das wichtige Nahrungsmittel in jenem Boden nicht vorhanden. Berücksichtigen wir nur, wie lange das Wasser des fischreichen Stroms, in welchem eine so große Zahl von Krokodilen zu finden ist, in und an welchem eine so bedeutende Menge von Vögeln leben, über die umliegenden Felder verbreitet ist, so muß sich uns der Glaube aufdrängen: daß der Gehalt des sich absetzenden Schlammes, in dem doch eine Menge von Fischen zu Grunde gehen, keinen unbedeutenden Gehalt an phosphorsauren Salzen haben kann.

Die Aschen der Pflanzen besitzen, wie wir weiter oben zu sehen Gelegenheit hatten, einen sehr verschiedenen Gehalt von Phosphorsäure, daraus erklären sich die günstigen Ergebnisse beim Fruchtwechsel. Nach dem Baue von Taback z. B., dessen Boden man sehr guten stickstoffreichen Dünger zuführen muß, erhält man eine vortreffliche Gerstenerndte, wenn man im zweiten Jahre das

Feld mit dieser Frucht bestellt. Der Taback enthält in seiner Asche aber auch nur 2% Phosphorsäure, während die Gerstenkörner 26 bis 31½, das Gerstenstroh 3½ % enthält.

Um dem Ausfall derjenigen Menge von Phosphorsäure, welche durch Entweichen von Mistjauche, Harn u. s. w. in Bächen und Flüssen verloren geht vorzubeugen, ist eine Zuführung von Außen unbedingt nothwendig. England versorgt sich schon längst aus allen Theilen der Welt mit Knochen und überdies führt es noch eine sehr große Quantität von Guano ein. Letzterer wirkt schneller und kräftiger, als erstere. Wo aber die Knochen billig zu haben sind, da versäume man ihren Ankauf nicht. Die Verwendung derselben geschieht am zweckmäßigsten als Mehl. Zersetzen sich deren Bestandtheile auch im ersten und zweiten Jahre nicht vollkommen, so wirken sie doch um so nachhaltiger.

Der Landwirth darf die Ausgabe für Guano, für Knochen und sonstige phosphorsäurehaltige Substanzen nicht scheuen; er darf sich nicht der Meinung hingeben: dieselben seien für ihn zu theuer. Die Wirkungen derselben sind ja nicht für ein einziges Jahr. Ein auf dieselben verwandtes Capital kommt seinen Grundstücken auf viele Jahre hinaus zu statten und trägt gerade deshalb so reiche Zinsen; denn durch den vermehrten Körner- Kartoffeln- Stroh- Heu- Klee-Ertrag wird ein vermehrter und ausgezeichnet guter Dünger erzeugt und die durch die Knochen oder den Guano einmal in die Grundstücke gelegte Phosphorsäure bleibt, bei sorgfältiger Pflege der Miststätten, stets in denselben, und nur soviel geht hinaus, als in den Aschen der verkauften Körner- und Oelfrüchte enthalten ist. Wie sehr man den Werth der Zuführung dieses Düngemittels bereits erkannt hat, geht aus der Einfuhre von Guano und Knochen in England hervor. Peru allein giebt jährlich über 2 Millionen Centner Guano ab.

Außer diesen thierischen Abfällen, durch welche gleichzeitig auch eine bedeutende Quantität anderer wichtiger Nahrungsmittel, namentlich Stickstoff in die Culturgewächse übergeführt wird, haben wir im Mineralreiche noch reiche Quellen von Phosphorsäure. Ich erinnere hier nur an die spathigen, fasrigen und erdigen Agatite, Verbindungen von phosphorsaurem Kalke mit

Fluorcalcium, in denen der phosphorsaure Kalk bis auf 92, 31/0 hinaufsteigt und die in vielen unserer Gebirgsformationen getroffen werden; ich erinnere hier nur an die Knochen-Conglomerate, Knochen-Breccien, an die Knochengypse; ich erinnere an die Eisenpecherze, die Raseneisensteine, das Eisenblau, sie alle enthalten mehr oder weniger Phosphorsäure und werden im Verlaufe der Zeit in der Landwirthschaft mit großem Vortheile benutzt werden; ich erinnere an die Lager von phosphorsaurem Kalke zu Logrosan in Estremadura, in der Wetterau, im Fichtelgebirge. Bei aufmerksamer Durchforschung unserer Gebirgsformationen wird das Auffinden mehrerer solcher Lager nicht auf sich warten lassen und auf denselben muß im Verlaufe einiger Jahrzehnte ein Bergbau rege werden, welcher dem auf Gold und Silber um nichts nachsteht. Der Bergmann gräbt dann auf denselben unmittelbar auf Weizen- und Gerstenkörner und muß dadurch der Träger einer ungemein steigenden Bevölkerung werden, durch welche sich die Industrie, die Künste und Gewerbe immer mehr herausheben.

Was die Chemie in den jüngst verflossenen Jahren in der Landwirthschaft geleistet hat, ist leider noch nicht genug in alle Schichten der Bevölkerung eingedrungen, die segensreichsten Folgen dieser Leistungen müssen sich jedoch in kurzer Zeit geltend machen.

Wir stellten den Phosphor früher aus dem Urine, später aus den Knochen dar, der Schluß lag so nahe: daß, da in beiden Phosphorsäure enthalten sei, dieselbe dem Menschen und dem Thiere durch die Nahrungsmittel zugeführt werden müsse; allein erst die chemische Analyse wies nach: daß das Brod, daß das Fleisch, daß die Kartoffeln Phosphorsäure enthielten: daß dieselbe dazu beitrage unser Knochengerüste aufzubauen: daß Phosphor mit Fett in Verbindung im Gehirne vorkomme und daß letzterer für unser Denkvermögen nöthig sei. Da nun unsere Cerealien, unsere Hülsenfrüchte u. s. w. Phosphorsäure enthalten, so mußte ihnen dieselbe nothwendiger Weise aus dem Boden zufließen, denn unsere Luft enthält diesen Stoff nicht. Es zeigte sich aber bald: daß der Phosphorgehalt unserer Ackerflächen — mit Ausnahme besonders günstiger Lagen — nur gering sei und daß er sich durch beständiges Bebauen der Felder stark vermindere, indem durch den Verkauf

von Weizen, Gerste, Korn, Erbsen, Kartoffeln ꝛc. ꝛc. nicht allein, sondern noch viel mehr durch die unverantwortliche Nichtbeachtung des Menschenharns und der Knochen, in welch beiden die meiste Phosphorsäure enthalten ist, immer mehr derselben verloren gehe, und daß hierdurch die Aecker endlich ganz unfruchtbar werden müssen. Für letzteres haben wir leider die sprechendsten Beispiele. In Virginien wuchs Reis in üppigster Fülle, allein seitdem dem Boden durch ununterbrochenen Bau desselben die Phosphorsäure entzogen ist, kommt er nicht mehr fort. In England, wo die Felder ungemein erschöpft waren, steigerte man deren Ertrag durch Ankauf von Knochen, die man aus allen Weltgegenden herbeischafft, um das Dreifache. Ein Pfund Knochen enthält aber auch den Phosphorsäuregehalt für 100 Pfund Weizen. Der Landwirth, welcher Knochen von seinem Gehöfte tragen, welcher den Urin ins Wasser laufen läßt, versündigt sich nicht allein an sich, sondern auch an seinen Kindes-Kindern. Wie groß die Capitalien sind, welche die Erlangung von Phosphorsäure in Umlauf setzt, beweist der Handel mit Guano und Knochen in England. Die gesetzgebende Gewalt in Peru verlangt lediglich und allein für den Guano der Cincha Inseln 871 Millionen Gulden. Rechnet man hierzu die Händearbeit beim Graben, die Schiffs- und Landfrachten, so stellt sich für einen so kleinen Distrikt, von welchem Stickstoff und Phosphorsäure für die Landwirthschaft bezogen wird, ein Capital von mehreren 1000 Millionen heraus. Für schweres Geld kaufen wir daher unsere Düngstoffe, die wir leichtsinniger Weise ins Wasser laufen lassen, von wo aus sie die Fische und durch diese die Vögel an die nie beregnet werdenden Küsten entfernter Welttheile tragen, wieder.

Wenn wir Alles berücksichtigen, so hängt in der Landwirthschaft — abgesehen von den Witterungsverhältnissen — Alles vom Boden, dessen sorgsamer Bearbeitung, so wie von den Düngmitteln die ihm fehlen und daher zugeführt werden müssen, ab. Jeder der in Bezug auf Letztere Erfahrungen gemacht hat, möge daher durch Veröffentlichung sein Schärflein zum Gemeinwohle beitragen; der Gewinn ist zu groß und in die Augen fallend, welcher nicht nur Einzelnen, sondern den Gesammt-Staaten erwächst,

wenn dem culturfähigen Boden diejenige Behandlung zu Theil wird, durch welche der höchste Ertrag erzielt werden kann. Arbeit und Aussaat bleiben sich nicht nur gleich, an letzterer kann sogar die Hälfte erspart und dennoch eine doppelte Erndte erlangt werden.

Thut jeder das Seinige, sammelt er seinen Dünger sorgfältig auf, dann muß die Klage über nicht ausreichenden Getreidebau verstummen, dann müssen die Ausgaben für Einfuhre von Früchten und Düngstoffen gemindert und dadurch enorme Summen erhalten werden. Wir sahen weiter oben: daß sich lediglich und allein der Verlust des dritten Theils von Phosphorsäure im Menschenharne bei einer Bevölkerung von 50 Millionen auf 500000 Cntr. berechne; rechnet man nun für das Pfund Phosphorsäure als Düngstoff nur 2 Thlr., so geht hierdurch allein ein Capital von 100 Millionen Thaler verloren. Was ist dies für eine jedes Jahr wiederkehrende Schmälerung des National-Vermögens und wie leicht könnte derselben, wenigstens zum größten Theile vorgebeugt werden, wenn von Seiten der Staatsbehörden überall mit Strenge darauf gehalten würde: daß die Düngstätten, daß die Abtrittsgruben wasserdicht und so hergestellt würden, daß Regen- und andere Wässer keine Ueberfluthungen derselben zu bewirken vermögen!

Ich erlaube mir hier nochmals auf Belgien und zugleich auf das Königreich Sachsen zu verweisen; man sehe mit welcher Vollkommenheit da die Oekonomie vorschreitet, zugleich aber auch, wie sich daselbst die Vorsorge, welche von Seiten der Staatsbehörden angewandt wird, durch die rasch emporblühende Industrie belohnt.

Schwefel.

Der Schwefel ist ein Element, welches weit verbreitet in der Natur vorkommt und zur Bildung mancher Pflanzen- und Thiertheile unbedingt nothwendig ist. Im gediegenen Zustande findet er sich in bedeutender Menge auf der Insel Sicilien und in Italien, mit Metallen verbunden, oft mächtige Lager und Stöcke bildend, im Schwefelkiese, im Kupferkiese und im Bleiglanze. In geringer Menge findet er sich in den Thieren und Pflanzen. In Zwiebeln und Erbsen kann man ihn leicht erkennen, wenn man nach dem Abkochen derselben einen metallenen Löffel in sie steckt; da er mit Metallen Schwefelverbindungen eingeht, die sich durch eine schwarze Farbe auszeichnen, so färben sie jene Gemüse, durch Vermittlung des Metalls, ebenfalls schwarz. Auch die Haare, welche einen kleinen Antheil Schwefel enthalten, färben sich beim Kämmen mit einem Bleikamme schwarz. Der Schwefel ist bei vorhandener Wärme flüchtig d. h. er geht leicht in einen luftförmigen Zustand über; deshalb verbindet er sich so leicht mit Sauerstoff, oder mit andern Worten: er verbrennt sehr rasch. Aus diesem Grunde wird er im gewöhnlichen Leben als Schwefelfaden, als Streichhölzchen zur Ueberführung der Flamme oder zum Anzünden benutzt. Wenn sich der Schwefel mit einem Theile Sauerstoff verbindet, wie dies beim Entzünden desselben an der Luft der Fall ist, dann entsteht eine scharfe stechende Luftart von unangenehmem Geruche und Geschmacke, die sogenannte schweflichte Säure, welche auf Thiere giftig wirkt und das Feuer verlöscht. Brennende Schornsteine sind daher sofort zu löschen, wenn man Schwefel unter ihnen anzündet. Wenn noch einmal so viel Sauerstoff zum Schwefel tritt, als er

beim Verbrennen an der Luft von selbst aufnimmt, so bildet sich Schwefelsäure, die in Verbindung mit Wasser auch Vitriolöl genannt wird. Die Schwefelsäure ist ungemein ätzend und scharf und geht mit einer großen Zahl von Basen Verbindungen ein, die schwefelsaure Salze genannt werden. In letzteren kommt sie im Miste unserer Hausthiere auf die Felder, oder sie bildet sich dort bei der Zersetzung von Schwefelkiesen, oder aus pflanzlichen und thierischen Ueberresten. Die lösende Kraft des Wassers nimmt diese Salze auf und führt sie in das Pflanzengewebe über.

Aus den Versuchen des Fürsten von Salm-Horstmar mit Erziehung von Haferpflanzen geht die Wichtigkeit der Schwefelsäure als Pflanzennahrungsmittel hervor. Wenn z. B. die Phosphorsäure in der Bodenmischung fehlt, aber Kieselerde, Kali, Kalkerde, Talkerde und Schwefelsäure darinnen vorhanden sind, so wirkt die Düngung mit dem stickstoffhaltigen Salze mehr, als wenn die Schwefelsäure in der Mischung fehlt und die Phosphorsäure darinnen vorhanden ist. In beiden Fällen erscheinen die Pflanzen sehr schwach, indessen regelmäßig gebildet. Die ohne Zusatz von Phosphorsäure gezogene Pflanze trug merkwürdiger Weise eine vollständige Frucht; die mit Zusatz von Phosphorsäure, aber ohne Schwefelsäure gezogene hingegen trug keine Frucht. Dieser Vorgang scheint in Bezug auf Assimilation der Nahrungsstoffe der Pflanzen deutlich für die Wichtigkeit der Schwefelsäure zu sprechen. Am deutlichsten tritt die Wichtigkeit dieser und der Phosphorsäure hervor, wenn man die Gewichte der Pflanzen in den betreffenden Versuchen vergleicht. Ohne Phosphorsäure wog die trockne Pflanze 0,17 Gran, ohne Schwefelsäure war das Gewicht der trocknen Pflanze 0,12 Gran; ebensoviel wog die ohne Phosphorsäure und ohne Schwefelsäure gezogene trockne Pflanze. Durch die Gegenwart beider Säuren im Boden stieg aber das Gewicht der getrockneten Pflanze auf 0,37 Gran.

Durch die Hülsenfrüchte, durch die Zwiebeln und andere Pflanzennahrungsmittel wird der Schwefel in den Menschen- und Thierkörper gebracht; er bewegt sich daselbst in den feineren Flüssigkeiten der Nerven, hilft die Haare mit bilden und findet sich im Eiweiße, im Käse- und Faserstoffe des Fleisches wieder.

Fluor.

Dieses Element kommt hauptsächlich im Mineralreiche und zwar in Verbindung mit Calcium zu Fluor, Calcium — Flußspath — vor. Außerdem findet es sich in den meisten natürlichen phosphorsauren Salzen und eine Spur in den Knochen der Thiere. Diese geringen Mengen werden durch die phosphorsauren Verbindungen in die Pflanzen und durch diese in den thierischen Körper gebracht; das Fluor giebt alsdann den Zähnen ihren schönen Schmelz.

Wenn das Fluor in zu reichlicher Menge im Boden vorhanden ist, so verhindert es (nach den Versuchen des Fürsten von Salm-Horstmar) das Wachsthum der Pflanzen, wenigstens war dies bei den Haferpflanzen der Fall; zugleich wirkte es aber auch dahin, daß sich die Blüthen nicht entwickelten. Die auffallend langsam wachsenden Pflanzen erreichten bei dem Versuche nur 13 Zoll Höhe und trugen 7 Blätter, von denen die untern blaßgrün und gelb gestreift, die Scheide des 6ten Blattes auffallend purpurroth waren. Es bildeten sich 3 Nebensprossen, als der Haupthalm im 7ten Blatte stand.

Chlor.

Wenn man Kochsalz mit Schwefelsäure übergießt, so erhebt sich ein stechender Dunst, welcher im Wasser aufgefangen die Eigenschaft einer Säure nachweist. Man nannte dieselbe Salzsäure. So lange sie nicht genauer bekannt war, setzte man voraus, sie bestehe aus Salz und Sauerstoff; nach gehöriger Untersuchung fand sich jedoch: daß die Salzsäure aus einer noch nicht gekannten Gasart, Chlor und Wasserstoff, bestehe.

Das Chlor hat einen scharfen durchdringenden Geruch und wirkt bei längerem Einathmen giftig. Es zerstört fast alle Farben und fast ebenso die fauligen Gerüche, weshalb man es zum Bleichen und zum Vertreiben übler Gerüche aus Kellern, aus Gebäuden und Kloaken verwendet. Wo es sich immer nur befindet, da sucht es begierig den Wasserstoff auf, um mit demselben Salzsäure zu bilden. Es wirkt daher beim Bleichen nicht direct, sondern es nimmt dem Bleichwasser Wasserstoff und der zurückbleibende Sauerstoff macht dann die Faser weiß. Ebenso wirkt es beim Vertreiben übler Gerüche. Dieselben sind Gemische von Schwefelwasserstoff und Ammoniak; das Chlor sucht beiden den Wasserstoff zu entziehen und Schwefel und Stickstoff, welche zurückbleiben, belästigen die Geruchsnerven alsdann nicht mehr. Beim Bleichen mit Chlor entsteht zuerst Salzsäure und diese wirkt allerdings ätzend auf die dem Prozesse unterstellten Zeuge; wenn man sie aber nach der Operation gehörig mit Wasser auswäscht, so leiden sie nicht.

Nachdem man wußte: daß das Kochsalz aus Natrium und

Chlor bestehe, erklärte sich auch leicht, warum das Salzen der Speisen so unumgänglich nothwendig sei. Die Speisen im Magen vermischen sich auf das Innigste mit einem scharfen Safte, dem Magensafte, und beim Austritte aus dem Magen mit der Galle. Magensaft und Galle sind aber die nothwendigsten Erfordernisse bei der Verdauung. Ersterer besteht nun zum Theile aus Salzsäure, die Galle zum Theile aus Natron. Beide könnten im Körper nicht in ausreichender Menge vorhanden sein, wenn durch das Salzen der Speisen nicht Kochsalz in den Magen käme. Dasselbe macht die eiweißhaltigen Stoffe und die Fette im Wasser der Verdauungsflüssigkeit löslich und führt dadurch eine Verdünnung des Blutes herbei; es beschleunigt zugleich die Thätigkeit der Verdauungsdrüsen und erhöht dadurch die Theilnahme an der Blutbildung, daher folgerichtig an der Ernährung. Daraus erklärt es sich auch, warum die Thiere, welche kein Kochsalz erhalten, ihre Nahrung schlecht verdauen und warum wilde Thiere die Salzlecken ausnehmend gerne besuchen. Da es zugleich fäulnißwiderstehend wirkt, so hat dessen Genuß außerdem noch seine Vortheile für das Thierleben und ist in Bezug auf die Erhaltung des Fleisches, indem man es durchs Einsalzen den ganzen Sommer über aufbewahren kann, von hohem Werthe. Beim Einsalzen ist jedoch nicht zu verkennen: daß das Fleisch dadurch einen Theil seiner besten Nahrungsstoffe verliert. Zugleich mit dem Wasser des Fleisches werden nämlich Eiweiß- und Fleischstoff, so wie Milchstoff vom Kochsalze ausgezogen. Die Salzlake wird nicht benutzt und durch das Weggießen derselben geht ein Theil der löslichsten und wesentlichsten Stoffe des Fleisches verloren.

Das Kochsalz, was wir in unsern Küchen benutzen, ist nicht reines Chlornatrium. Am reinsten ist in der Regel das Steinsalz, in dem nur Spuren von Chlorkalium und Chlormagnesium mit etwas Gyps vorkommen. Im Meersalze dagegen findet sich mehr Chlormagnesium, Gyps und schwefelsaure Bittererde. Wegen des reichlicheren Gehaltes von Chlormagnesium löst das Meersalz die eiweißartigen Körper leichter, als gewöhnliches Küchensalz; denn schon bei der Wärme unsers Körpers verwandelt sich das Chlormagnesium in Salzsäure und Bittererde, und eine sehr verdünnte

Mischung von Salzsäure und Wasser ist im Stande die eiweißartigen Stoffe zu lösen.

Durch die Stühle wird dem Blute das Kochsalz entzogen. So viel Kochsalz aber Harn und fester Koth, Schleim und Schweiß, Thränen und Horngebilde dem Blute entziehen, so viel ärmer an Kochsalz wird das Blut, welches die Nerven der Zunge ernährt. Dies ist der Grund, warum uns ungesalzene Nahrungsmittel nicht schmecken. Das Kochsalz in den Thränen ist auch die Ursache, warum jene die Augen entzünden.

Aber auch als näherer Bestandtheil der Pflanzen ist das Kochsalz von großer Bedeutung. Wenn es durch den Mist oder als besonderer Dünger in den Boden gelangt, oder bereits in ihm enthalten war, so nehmen es die Pflanzen in wäßrigen Lösungen auf und lagern es in ihren Zellen ab. Nur wenig Pflanzen giebt es, welche nach ihrem Verbrennen nicht Kochsalz in ihrer Asche enthalten. Stets hat sich gefunden daß kleine Mengen, dem Boden beigemengt, die Fruchtbarkeit desselben erhöhten. Ganz besonders wirkt es auf den Flachs, den Hopfen, Raps, Klee, auf Erbsen, Bohnen, Rüben, Kartoffeln, Kohl, Sellerie, Meerrettig, Senf; aber auch für die Cerealien ist es sehr gut. Sandigem Boden darf man nur wenig, mehr schon mergligem, am meisten dem lehmigen übergeben.

Daß das Verhältniß der Aufnahme ein ganz bestimmtes, wie das aller übrigen Pflanzennahrungsmittel, sei, dürfte daraus entnommen werden: daß das Gerstenstroh einem Acker genau dieselbe Quantität entzieht, es mag nun im größern oder geringern Verhältnisse in demselben enthalten sein. Es ist daher mit Sicherheit anzunehmen: daß die Pflanze das Kochsalz zu ihrem Gedeihen unumgänglich nothwendig habe. Merkwürdig ist übrigens noch der Umstand: daß es sich stets mehr in den Stämmen und Stängeln, als in den Blättern vorfindet. Aecker, denen kein Kochsalz zugeführt wird, wenn sie dasselbe nicht bereits enthalten, werden daher neben anderer guter Bedüngung nur geringe Erndten geben und man kann dem Landwirthe nichts besseres anrathen, als seinem Viehe recht fleißig Salz zu verabreichen, denn dadurch wird er sich nicht allein einen verdauungskräftigen gesunden Vieh-

stand, sondern auch bessere Getreide- und Kartoffel-Erndten sichern. Gar häufig finden wir in den festen Exkrementen des Viehs noch unverdaute Körner, durch dieselben geht das beste Nahrungsmittel, das Eiweiß, verloren. Wird dem Viehe mit dem Saufen oder in der Süde Kochsalz gegeben, so verdaut sich jenes und es wird Futter erspart. Der Landwirth, welcher das Salz schont, dem es zu theuer ist, bringt sich dadurch in einen dreifachen Nachtheil, der die Ersparnisse am Salze um das Zwanzigfache übersteigt.

Beim Bedüngen unserer Aecker mit Kochsalz ist darauf zu sehen: wie sich der Boden in Bezug auf seine Bestandtheile verhält. Fehlt es demselben, so wirkt es nach dem Bestreuen der Felder ausgezeichnet. Besitzt es aber eine Ackerkrume schon im hinreichenden Verhältnisse, dann darf man ihr keins mehr übergeben, denn dann könnte es sogar nachtheilig wirken.

Die mit Kochsalz angestellten Versuche haben beim Gerstenbaue sehr günstige Resultate ergeben. Auffallend ist jedoch dabei: daß die günstige Wirkung erst bei 2360 Pfund auf die Fläche von einer Hectare Land hervortritt, wird aber mehr als 3600 Pfund Kochsalz auf diese Fläche verwendet, dann werden die Erträgnisse wieder geringer. Es tritt daher unter den vorhandenen Boden- und Witterungs-Verhältnissen das Maximum der Wirkung beim Kochsalze ein, wenn dasselbe in einer Menge von 2360 bis 2800 Pfund auf eine Hectare gebracht wird. Die Körnerausbildung schreitet unter dem Einflusse des Kochsalzes in gleichem Verhältnisse wie die Strohbildung fort und nimmt auch eben so zu. Auch beim Hafer zeigt sich die Düngung mit Kochsalz günstig; ungünstig aber beim Buchweizen. Im allgemeinen kann man annehmen: daß

1) das Kochsalz nur günstig bei Gegenwart von Kohlen und stickstoffreichen Stoffen wirke;

2) daß dies nur bei Gräsern und namentlich den Getreidearten der Fall sei. Blattfrüchte scheinen nur geringe Mengen vertragen zu können; wenigstens muß die Salzdüngung, wenn es eine starke sein soll, längere Zeit vor der Bestellung in den Boden gebracht werden. Sehr empfindlich zeigt sich der Buchweizen gegen

Kochsalz; schon geringe Mengen wirken auf das Keimen und die Entwicklung dieser Brodfrucht auffallend nachtheilig.

3) Vorzüglich der Entwicklung der Körner ist das Kochsalz zuträglich, und obschon auch das Stroh kräftiger wird, so wirkt das Kochsalz doch einige Jahre von der ersten Bedüngung an fort.

4) Bei der Wirkung des Kochsalzes lassen sich zweierlei Erscheinungen bezüglich der Düngkraft bemerken. Schon geringe Mengen bedingen eine vermehrte Fruchtbarkeit; wenn man die Quantität aber bis zu einer gewissen Höhe steigert, wie wir so eben sahen, dann tritt die zweite, weit wichtigere Wirkung des Kochsalzes ein.

Fricke in Ballenstädt, welcher seine Wiesen, die saure Gräser trugen, mit Salinenabfällen, gemengt mit schwefelsaurem Kalke und Asche und zwar in dem Verhältnisse von 1 Centner Düngesalz und 1½ Centner Asche pro Morgen bedüngte und diese Bestreuung im Winter und zwar im Monat Februar vornahm, erhielt auf denselben nicht allein viel ergiebigere Erndten, sondern auch ein Heu und ein Grummt, welches das Vieh gerade so gerne fraß, als das auf guten trocknen Wiesen erbaute. Da Salzabfälle auf allen Salinen billig zu bekommen sind, so sollte kein Landwirth versäumen, seinen Feldern und seinen Wiesen zuweilen Kochsalz zukommen zu lassen.

Kali.

Wenn die Hausfrau die Asche aus dem Ofen oder von dem Küchenheerde nimmt, sie in ein Faß thut, heißes Wasser darüber gießt und den dadurch hervorgehenden schwarzgrauen Brei eine Zeit lang stehen, dann aber vermittelst eines hölzernen Hahns die Flüssigkeit aus dem Fasse durch dichte Leinwand laufen läßt, so erhält sie eine scharfe Flüssigkeit, Lauge genannt, welche ein ausgezeichnetes Mittel zur Reinigung der Wäsche abgiebt. Diese Lauge enthält nämlich ein Salz, die Pottasche, welches sich mit Fett und fettigen Stoffen verbindet und sie auf diese Weise im Wasser auflösbar macht. Wenn man die Lauge über Feuer eindickt, so erhält man die Pottasche als ein festes Salz. Die Laugensalze sind nicht in allem Holze gleichmäßig vertheilt, junge Bäume enthalten mehr als alte, Krautgewächse mehr als Holzgewächse, die Asche von Erdrauch sogar den achten Theil ihres Gewichtes.

In der auf die jetzt beschriebene Weise erlangten Pottasche ist viele Kohlensäure enthalten; wenn man sie daher in Brod- oder Kuchen-Teig knetet, oder ihre Auflösung in Bier gießt, so wird die Kohlensäure luftförmig und macht das Gebäcke lockrer und das Bier mussirend. Viel darf freilich nicht genommen werden, weil dies Salz bei seiner ätzenden Wirkung sonst nachtheilig auf den Körper einwirken würde. Wenn der Seifensieder Seife siedet, wozu er Fett und Pottasche nimmt, so entfernt er die Kohlensäure durch Zugabe von Aetzkalk. Sobald dieses Salz von seiner Kohlensäure befreit ist, nimmt es einen andern Namen an und wird nun Kali genannt. Wenn man durch Kohle, bei Anwendung hoher Hitzgrade, den Sauerstoff vom Kali trennt, so erhält man ein sil-

berweißes Metall, Kalium, das eine ungemein große Neigung hat, sich wieder mit Sauerstoff zu vereinigen; deshalb saugt es ihn begierig aus der Luft und zerfällt dann schnell zu einem weißen Pulver. Wirft man es ins Wasser, so entzieht es auch diesem den Sauerstoff und veranlaßt unter Ausgeben von Flamme, welche den Wasserstoff entzündet, heftige Explosionen.

Früher verwandte man das Kali häufig zur Bereitung von Seife und Glas; jetzt wählt man dazu die billigere Soda. Es ist dies ein großer Gewinn für unsere Felder und Wiesen, indem man die Asche sehr vortheilhaft als Dünger verwendet; denn da alle Pflanzen Kali in ihrer Mischung haben, so muß sich dasselbe auch im Boden vorfinden, wenn anders die Pflanzen gut gedeihen sollen; da jedoch die aus der Asche bezogene Quantität für unsere Bodencultur zu gering sein würde, so hat die Natur Mittel und Wege gefunden, dasselbe aus unserer Ackererde selbst zu bereiten und dies geschieht vermittelst in Wasser gelöster Kohlensäure, welche unsere Silicate(Feldspathe), Verbindungen von kieselsaurer Thonerde mit kieselsaurem Kali, zerlegt und kohlensaures Kali, also Pottasche, bildet. Fast alle unsere gewöhnlichen Culturpflanzen zeichnen sich durch einen vorherrschenden Kaligehalt aus und zwar findet sich die größte Menge desselben in den Saamen. Die Gerste, der Roggen, der Weizen enthalten Kali, aber kein Natron, dasselbe ist beim Tabacke, dem Zuckerrohre, den Kartoffeln der Fall. Daher ist die Anwesenheit löslicher Kalisalze für den Boden von hoher Wichtigkeit, indem es eins der Hauptnahrungsmittel der Pflanzen ist. Gesammelte Erfahrungen und Beobachtungen geben der Vermuthung Raum: daß zu gewissen Zeiten des Wachsthumes das Kali wichtige Funktionen zu vollziehen habe. So schreibt man demselben das Süßwerden der Früchte zu, indem es die freien organischen Säuren zerstört; man räumt ihm eine Einwirkung auf die Güte der Trauben ein und glaubt, daß es die Bildung des Stärkemehls in den Körnerfrüchten und Kartoffeln befördere, oder vielleicht sogar erst möglich mache.

So nahe verwandt Kali und Natron sind, so scheinen sie sich gegenseitig dennoch nicht in den Pflanzen zu ersetzen. Gerste an der Küste des Meeres gezogen, wo das Natron vorherrscht, hatte

denselben Gehalt von Kali, wie die, welche im Innern von England erbaut wurde. Darinnen stimmen aber beide überein: daß sie den Humus löslich machen und dadurch in mehrfacher Beziehung so günstig auf die Vegetation einwirken. Von der hinreichenden Anwesenheit von Kali und löslicher Kieselerde im Boden hängt in Bezug auf die Besaamung der Felder viel ab. In früheren Zeiten, und jetzt noch in manchen Gegenden, ließ man den Boden ein oder mehrere Jahre ruhen, wenn man ihn zuvor zwei Jahre benutzt hatte und nannte dies Brache; dabei bildeten sich durch Einwirkung von Kohlensäure auf nasse Feldspathe diese Düngstoffe von Neuem. Bei dem jetzigen rationellen Betriebe der Landwirthschaft umgeht man dies durch den Wechsel mit den Früchten und erlangt dabei natürlich einen weit höheren Ertrag des Grund und Bodens.

Der Landwirth halte daher seine Asche nicht allein zusammen, er suche dergleichen auch anzukaufen, denn wir sehen deren günstige Wirkungen auf Wiesen, wir sehen sie auf Feldern, namentlich bei Weizen und Kartoffeln. Aber nicht allein das Kali ist es, was sie so vortheilhaft auszeichnet, sondern wie wir weiter oben sahen ist es auch die Phosphorsäure, welche der Asche einen so hohen Werth verleiht.

Im Salpeter, wo das Kali mit Salpetersäure verbunden ist, hat man gleichfalls ein gutes Düngemittel und zwar in doppelter Beziehung, indem durch denselben den Feldern zugleich auch Stickstoff übergeben wird. Daher kommt es auch: daß alte Bauschutte, daß alte Lehmwände, worinnen sich stets Salpeter erzeugt, ein so gutes Düngmaterial abgeben. Taback, Nußbäume, Sellerie enthalten Salpeter. Im Taback ist derselbe oft so reichlich enthalten, daß man ihn nicht allein beim Anzünden desselben sofort gewahrt, sondern daß man ihn zuweilen auch zur Salpetergewinnung verwendet, wie dies im vorigen Jahrhundert in Virginien einmal der Fall war.

Durch die Nahrungsmittel, die wir von den Pflanzen erlangen, wird das Kali in uns und den thierischen Leib übergeführt, wo es sich im größeren Verhältnisse im Fleische, im geringern im Blute wiederfindet.

Die Abfälle, welche bei der Fabrikation der Pottasche und Soda aus schwefelsauren Salzen gewonnen werden und aus Kalciumoxyd und Schwefelkalcium bestehen, wirken äußerst günstig auf die Vegetation der Wälder und Wiesen und würde dies auch bei den Feldern der Fall sein. Bei mancher Fabrik häufen sich diese Abfälle zu Hügeln an, bei andern werden sie ins Wasser geworfen und es geht durch sie ein großer Schatz pflanzlicher Nahrungsmittel verloren.

Natron.

Die Soda, ein Laugensalz, kam früher aus Aegypten, wo sie aus Seeen, deren Boden im Sommer beim Austrocknen mit einer starken Kruste überzogen werden, aufgesammelt wird. Von dort aus holten sich auch die Phönicier Sodastücke um sie als Kochsalz zu verwenden und bei dieser Gelegenheit entdeckten sie zufälliger Weise das Glas, indem Soda die am Feuer lag mit Sand zu Glas zusammen schmolz. Wie die Pottasche, so enthält auch die Soda Kohlensäure, weshalb man sie auch kohlensaures Natron nennt. Wird letztere von der Soda getrennt, so erhält man das Natron. Nimmt man diesem den Sauerstoff, so kommt ein silberweißes Metall, das Natrium, zum Vorschein. Dasselbe hat die Eigenschaft des Kaliums: an der Luft Sauerstoff aufzunehmen und als weißes Pulver wieder in Natron zu zerfallen; auch das Wasser zerlegt es, jedoch nicht unter Feuererzeugung und Explosion.

Mit Fett giebt Natron ebenfalls Seife und zwar harte, im Gegensatze zu der Kaliseife. Das Natron wird in neuer Zeit in ungeheuren Massen aus dem Kochsalze dargestellt; bei dieser Bereitungsweise erzielt man zugleich Salzsäure. Das Natron kommt aber auch als Natronsalpeter, eine Verbindung von Salpetersäure mit Natron, vor und setzt gewaltige Lager in Chili in Südamerika zusammen, weshalb er auch Chilisalpeter genannt wird. Jetzt schon treibt man mit dem Chilisalpeter einen wichtigen Handel, indem man ihn bereits vielfach als Düngematerial verwendet, wozu ihm seine Billigkeit großen Vorschub leistet.

Das Natron wirkt bei den Pflanzen gleich dem Kali d. h. es dient zur Neutralisation der Säuren. So nahe verwandt beide

aber auch sind, so vertreten sie sich gegenseitig doch nicht. Die Buchen und Eichen enthalten im Vergleiche zum Kali nur einen sehr geringen Natron-Antheil, selbst dann, wenn die Bäume auf einem Boden gezogen sind, in welchem das Natron im 5fachen Uebergewichte gegen das Kali stand. Man sieht hieraus: daß zwischen den Pflanzen und den Bodenbestandtheilen ein verwandtschaftliches Verhältniß besteht, welches jedes Spiel des Zufalls ausschließt und bei gegenseitigen Ersetzungen sogar Krankheitsverhältnisse der Pflanzen herbeiführt.

Vielfache Versuche haben ergeben: daß der Natrongehalt im Strohe unserer Cerealien, so wie in dem Strohe des Rapses und der Erbsen ein merklich höherer ist, als in den Körnern. Dieses Verhältniß findet auch beim Holze statt, wo in dem Saamen das Kali ebenfalls vorherrscht. Daß übrigens das Kali für das Pflanzenreich von höherer Wichtigkeit sei, als das Natron, dafür sprechen ganz besonders die Meerespflanzen und unter diesen namentlich die Fucusarten; diese wachsen unter Verhältnissen, wo das Natron im Boden um das 20fache gegen das Kali vorherrscht, und dennoch nehmen sie nur letzteres auf. Einen überaus wichtigen Fingerzeig erhalten wir durch den brandigen Weizen. Während beim gesunden nur im Strohe ein Natrongehalt nachzuweisen ist, findet sich letzterer beim brandigen auch in den Körnern. Dieser Umstand liefert Stoff genug zum Nachdenken und zu weiterer Forschung. Bei der nahen Verwandtschaft beider Salze läge es in der Möglichkeit, daß, wenn dem Boden das Kali fehlte, um die Ausbildung der Körner vollkommen zu bewirken, das Natron als Stellvertreter einträte und daß dadurch diese für die Landwirthe so nachtheilige Krankheit hervorgerufen würde. Versuche mit Beibringung von Kali auf die Hälfte eines mit Weizen bestellten Ackers würden hierüber bald zufriedenstellende Aufschlüsse gewähren; abgesehen davon, daß wir bereits aus Erfahrung wissen: daß wenn die Weizenfelder mit Asche überstreut werden, nicht allein eine bessere Erndte, sondern auch ganz vollkommne Körner erlangt und nur selten etwas von Brand verspürt wird. Durch letzteres fände die ausgesprochene Ansicht bereits ihre Bestätigung.

So wichtig Kali und Natron im Pflanzenernährungs-Prozesse

sind, so unentbehrlich sind sie im menschlichen Haushalte und hat letzteres im Blute so wie bei der Verdauung wichtige Funktionen überkommen. Ich verbreite mich hier nicht über die Höhe, auf welche sie die Industrie stellte, ich erlaube mir nur noch etwas über die Bequemlichkeiten welche sie dem Menschen verschaffen und über die hohe Stufe, auf welche sie die Wissenschaften brachten, vorzutragen.

Wie Kali und Natron im Feldspathe in der Natur zu einer glasigen durchscheinenden Verbindung vereinigt sind und in ihr durch die Aufschließung der Kohlensäure zum Wohlthäter der Pflanzen werden, so vereinigt der Mensch die Laugensalze mit Kieselerde von Neuem zu einem farbelosen, oder gefärbten, glänzenden und durchsichtigen Silicate, was im glühenden Zustande ungemein form- und fügsam und unter dem Namen Glas allgemein bekannt ist. Vermittelst desselben dringen wir nicht allein in die entferntesten Himmelsräume ein und lernen die dort bestehenden Gesetze kennen, sondern wir entdeckten durch dasselbe auch auf und in unserer Erde, so wie im Wasser eine ganz neue Schöpfung, in welcher die Zahl der Individuen so groß, wenn nicht zahlreicher, als die ist, welche unserm unbewaffneten Auge entgegentritt. Wie wir weiter oben sahen waren es die Phönicier, die beim Verbrauche der Soda als Kochsalz das Glas entdeckten. Wohl kam es ihnen nicht in den Sinn, daß sie durch diese Entdeckung eine Macht hervorgerufen hätten, in welcher der menschliche Geist seine höchsten Triumphe feiern sollte; denn die Laugensalze in Verbindung mit Kieselerde ließen uns erst die gewaltige Größe so recht erkennen, welche unser Schöpfer in den menschlichen Geist gelegt hat.

Obschon das Glas im Alterthume sehr hoch geschätzt, obschon für einzelne Glasvasen und glänzende Glasschaalen zur Römerzeit Tausende von Tausenden gespendet wurden, so war ihnen der Gebrauch desselben zur Erleuchtung ihrer prachtvoll ausgestatteten Gemächer doch unbekannt. Sind aber die Fenster unserer Paläste nicht dem Auge zu vergleichen, durch welches erst Leben in die todte Gestalt gehaucht, durch welches dem Ganzen das Edle, das Imponirende erst aufgedrückt wird? Erscheinen uns die prachtvollen Tempel, die Riesenbauten des Alterthums ohne

diese lichtspendenden Oeffnungen nicht gerade so wie versteinerte Ruinen? Welche Wohlthat wurde uns durch die Benutzung des Glases als Fensterscheiben, deren Erfindung erst 3000 Jahre nach Entdeckung desselben gemacht wurde, gespendet! Durch dasselbe werden wir hinüberversetzt unter die gewaltige Pracht eines überschwänglich üppigen Pflanzenwuchses unter den Tropen. Arm und Reich, Hoch und Niedrig zieht sich bei Sturm und Ungewittern hinter seine ihn schützenden und dennoch die Zimmer hellerleuchtenden Glasfenster. Wie wohl thut im Winter die Sonnenwärme, wenn sie durch die hellen Spiegelscheiben in ein eiskaltes Zimmer fällt! wie waren daher die Völker des Alterthums zu beklagen, wenn sie im Winter, bei Sturm und Regen ihre Lichtöffnungen mit Weidengeflechten verschließen mußten und sie Kälte und nasse Windschauer dennoch durchrüttelten! Noch im Jahre 1661 erfreute sich das Königliche Schloß in London nur in seinem Oberstocke der Fenster, die untern waren nur mit Läden versehen.

Die Wohlthaten, die uns das Glas verschafft, würden Bände füllen, wollten wir sie alle einzeln aufzählen. Wie schon bemerkt führt uns das Glas im Fernrohre hinauf zu den fernsten Nebelflecken, es deckt uns der Cometen glänzenden Schweif, deren dunstförmigen Körper auf; wir messen mit seiner Hülfe die Bahn, den Umfang und die Größe der größten Weltkörper im zwölften Himmel; wir zerlegen mittelst desselben das Licht in seine verschiedenen Streifen und messen dessen Schnelligkeit, wir verbrennen mittelst ihm den Diamant und liefern den Beweis, daß er aus reinem Kohlenstoffe bestehe; wir fangen mit ihm den Sauerstoff und steigen mittelst seiner hinunter in des Meeres Tiefen. Mit dem Mikroscope treten wir ein in eine neue winzig kleine und dennoch ungemein belebte Welt; steht dieselbe nicht eben so erhaben vor unsern Augen, als die große? Wohin wir unser Glas auch wenden, sei es auf ein Körnchen Schimmel, sei es auf einen Tropfen Wasser, sei es auf ein Bißchen Schlamm, da lebt webt hüpft und springt alles, hier finden Vermählungsfeierlichkeiten statt, dort kämpft Liebe mit Haß, dort giebt es arge Raufereien.

Das Glas also ist es, was uns hinüberführt in jene lichten Räume, was uns die große Belebtheit eines Tropfens Wasser

zeigt, es ist es, was unsern Geist kräftigt und zu immer Höherem anstachelt. Durch dasselbe lernen wir die Größe, Weisheit und Unfehlbarkeit unseres Weltenschöpfers mehr und mehr erkennen.

Die Macht des Glases giebt sich uns aber auch in Tönen zu erkennen; welches Material liefert dieselben reiner? Wie fesseln uns die Töne einer Glasharmonika, wie bewegen sie unser Herz, welche Sehnsucht, welche tiefe Wehmuth rufen sie herauf!

Kieselerde (Kieselsäure).

Wem wären die glänzenden, glitzernden Sandkörner in Bächen, in Flüssen und Strömen, wem die glänzenden fettig aussehenden Kieselgeschiebe in unsern Feldern, wem die großen Quarzklumpen in unsern Bächen und Fluren nicht bekannt, die aus Silicium, einem leichten Metalle, und aus Sauerstoff in dem Verhältnisse von 48 zu 52 bestehen? In unserer Ackerkrume, in unsern Gebirgsgesteinen ist sie in reichlichster Menge vorhanden und setzt die Gesammt-Erdmasse zur Hälfte zusammen. Lassen wir uns in der Taucherglocke hinab auf den Meeresgrund, gehen wir dessen Strand entlang, verweilen wir an den Ausmündungen kleiner Flüsse und großer Ströme, besuchen wir die Hochflächen Asiens und Afrikas, die Haiden Englands, Deutschlands, Frankreichs, Spaniens, so treffen wir in deren losen Sanden auf ungeheure Ablagerungen dieser Säure. In den Graniten, Gneißen, Glimmerschiefern, in den Syeniten, Dioriten, Porphyren, in den Basalten, Grauwacken, im Kohlensandsteine, dem Rothliegenden, dem bunten Sandsteine, Keuper, Quadersandsteine u. s. w. macht sie einen Hauptbestandtheil aus.

Die glänzenden prachtvollen Quarze, oft in überaus großen Krystallen, stellen sich als die Vertreter der reinen Kieselerde dar. Wie der Diamant den reinen Kohlenstoff, der Sapphir und Rubin die reine Thonerde, so vertritt der Quarz jene, und so begierig letztere das Licht auffaugen und es in den schönsten Farbennüancen im Strahlenblitze ausgeben, genau so thut es der Quarz. Außerdem zeigt er sich noch rein und nur mit etwas Farbestoff gemengt im Amethyste, im Chrysoprase, im Rosenquarze, im Chalzedone, im

Jaspise und Achat, im Milchquarze und Opal, im Prasem und Siderite. Als Feuerstein ist er in gewaltigen Stöcken und Klumpen der Kreide eingelagert, als Hornstein überdeckt er große Fluren und als weißer Quarz stellt er sich in fortlaufenden Wänden, in Riffen und mächtigen Gebirgsstöcken dar. Aber nicht allein in einfacher Form erscheint die Kieselerde, sie tritt auch in vielen Mineralien als chemische Verbindung ein und bildet eine Menge von Schmucksteinen. Verschieden in Form und Farbe liefert sie dabei die schönsten rosenrothen, grünen, gelben, blauen, schwarzen Krystalle, oft im prachtvollen Schiller. Der grüne Smaragd, der gelbe Topas, der blaue Lasurstein, der rothe Granat, der apfelgrüne perlmutterglänzende Talk, der seifige Speckstein, der weiße Meerschaum, der dunkelgrüne Serpentin, der schwarze Augit, der schillernde Amazonenstein, der buntfarbige Sonnenstein, der lauchgrüne Strahlstein, der seidenglänzende Asbest, der biegsame Glimmer, die pomeranzengelben und blutrothen Hyacinthe verdanken Farbe und Gestalt zum großen Theil der Kieselerde.

Die Verbindung der Kieselsäure mit Basen zu Salzen belegten wir mit dem Namen Silicate; sie sind es, die uns hier am meisten interessiren, weil wir die im eigentlichen Kiesel an sich nicht im Wasser lösliche Kieselerde bei den Zersetzungen jener in löslicher Form und zwar zugleich mit einem andern sehr wichtigen Pflanzennahrungsmittel, dem Kali, bekommen. Die Kieselerde stellt sich daher gar eigenthümlich dar, indem sie genau bei ein und derselben Zusammensetzung einmal im Wasser löslich, das anderemal aber unlöslich ist. Die Chemie hat übrigens Mittel und Wege auch die unlösliche im Wasser löslich zu machen.

Der Feldspath, eine Verbindung von dreifach kieselsaurer Thonerde mit dreifach kieselsaurem Kali, ist es hauptsächlich, der uns sowohl die im Wasser lösliche Kieselerde, als auch das Kali in reichlichster Menge für die Vegetation spendet. Die an die Wolken stoßenden Granitkuppen, die kegelförmigen Basalte, die streifigen Laven enthalten große Mengen von Kali und Natron-Silicaten, die in stärkerem oder geringerem Verhältnisse im Wasser löslich und in zutretender Kohlensäure zerlegbar sind.

Der Feldspath im Granite, im Gneiße, im Glimmerschiefer

im Syenite, im Porphyre, Basalte, in der Lava, in der Grauwacke und den Sandsteinen liefert daher das ungeheure Material von Kieselerde und Kali für die Vegetation. Leicht zur Zersetzung geneigt wirkt kohlensäurehaltiges Wasser in der Art und Weise auf ihn ein, daß die Kohlensäure desselben mit Kali vereinigt zu den Saugfäserchen der Wurzeln übergeführt wird, während das Wasser zugleich einen Theil der löslichen Kieselerde aufnimmt und ebenfalls in die Pflanze übertritt; die unlösliche Kieselerde mengt sich dann mit der ausgeschiedenen Thonerde und bildet kieselsaure Thonerde, den gewöhnlichen Thon. Letzterer stellt im reinen Zustande die Porzellanerde, mit Eisenoxyd, mit Kalk u. s. w. mehr oder weniger verunreinigt den Pfeifenthon, den Töpferthon, den Ziegelthon, bei vermehrter Vermengung mit Kalk den Mergel dar. Die soeben beschriebene Zersetzung des Feldspathes in Kali, lösliche Kieselsäure und in Thon liefert uns ein treues Bild der Ackererdenbildung. Ist der Feldspath aus Granit, Porphyr, Basalt u. s. w. auf diese Weise entfernt, dann zerfallen die übrigen Bestandtheile, Quarz und Glimmer; Regen, Schnee und Flußwasser bemächtigen sich derselben, zerreiben sie, führen sie durch Flüsse und Bäche, die immer wieder zerreibend wirken, weiter, um sie endlich als Ackererde abzusetzen. Aber auch die unlösliche Kieselsäure wird löslich, wenn Fluor auf sie einwirkt und kann auch auf diese Weise der Vegetation zugänglich gemacht werden.

Die im Wasser lösliche Kieselerde spielt im Pflanzenernährungsprozesse eine große Rolle. Verbrennen wir einen Stängel von Schachtelhalm vorsichtig, so bleibt ein feines durchsichtiges Gewebe zurück, was genau dieselbe Gestalt der verbrannten Pflanze, mit denselben erhabenen Rippen, mit denselben rinnenförmigen Vertiefungen hat. Bei genauerer Untersuchung ergiebt sich: daß es Kieselsäure sei, die nach dem Herausbrennen der kohligen Substanz das Bild der Pflanze erhielt. Diese Kieselerde ist es, welcher die Pflanze die Eigenschaft verleiht, von Schreinern und Drechslern als Vorarbeiterin bei der feinern Politur der Möbels verwandt zu werden.

Ohne das Vorhandensein von Kieselerde könnte die Familie der Gräser nicht existiren, weder Weizen noch Korn, weder Gerste

noch Hafer, weder Heu noch Grummet würden gedeihen, wäre nicht überall Kieselerde die sich im Wasser auflöst vorhanden. Bei der großartigen Verbreitung der Gräser ist es daher erklärlich, warum eine so große Menge dieses Materials und zwar als in Wasser löslicher Silicate vorhanden sein muß.

Von der Anwesenheit der löslichen Kieselerde in der Ackerkrume hängt das Dasein der Völker ab und überaus bewunderungswürdig ist das Gewebe, welches sie im Strohhalme dem bewaffneten Auge darstellt; das feinste Spinngewebe ist gegen das Zellengespinnst des Halms ein Werk, welches mit der Zimmerart zugehauen zu sein scheint. Auf- und absteigende Kanäle zur Leitung des Saftes, durchbrochen von den feinsten Spalten zum Aufsaugen der Luft, finden sich zu Tausenden im schwachen Strohhalme und dazwischen liegen die Knoten als Halter. So schwach auch der Halm erscheint, so besitzt er in seinem prachtvoll gewebten Kiesel-Scelette doch eine gewaltige Widerstandsfähigkeit. Was hat er aber im Verhältnisse seiner Stärke auch für eine Last zu tragen! Oft mehr als 50 Körner, die er in seiner Aehre dem Licht der Sonne, der Wärme und der Luft aussetzt, damit sie schwellen, recht viel Stärkemehl und Kleber bilden und einer raschen Reife entgegenschreiten.

Mit welcher Kraft, mit welcher Macht muß er gegen feindliche Elemente gerüstet sein, damit er den heftigsten Winden, den schlagenden Gewitterregen, die den schwachen Halm mit seiner Aehre bis zur Erde niederbeugen, widerstehe und nicht zerbreche! Allein allen diesen Schrecknissen leistet die Kieselerde tapfer Widerstand.

Träte die Kieselerde mit einemmale aus der Mischung des Bodens aus, dann stiege das Menschengeschlecht sofort auf eine niedrige Culturstufe und stürbe größtentheils aus. Ihr verdanken wir es, daß auf einem kleinen Raume recht viele Nahrungsmittel erzogen werden können, und dadurch wird es möglich eine dichte Bevölkerung hervorzurufen. In der Dichtigkeit der Bevölkerung liegt aber deren Wohlstand, liegt der rasche geistige Fortschritt, liegt die Steigerung des Verkehrs, liegt das Wachsen von Kunst und Wissenschaft. Der Kieselerde haben wir daher unsere so hoch gestiegene Civilisation mit zu verdanken und durch sie lernen wir wieder so recht deutlich erkennen, wie groß und wunderbar die

Wege des Herrn sind, welcher in das winzige Sandkörnchen eine so gewaltige Macht legte.

Auf Kalkboden, welcher der Cultur lange unterstellt war, müssen die Landwirthe bezüglich des Vorhandenseins von Kieselerde stets ein aufmerksames Auge richten, damit demselben, wenn nöthig, Silicate zugeführt werden. Auf die Lösung derselben gründet sich das Brachen und der Fruchtwechsel hauptsächlich mit.

Durch die Nahrungsmittel wird die Kieselerde ins Blut, in die Haare, in die Federn der höheren Thierklassen gebracht.

Die Kieselerde ist daher der Hauptbaustein nicht allein der Erde, sondern auch der Brodpflanzen und setzt auch den Thierleib zusammen. Sie ist es, welche die Grundpfeiler unserer Gebirge bildet; durch sie entstanden hauptsächlich die Erhabenheiten und Vertiefungen unserer Festländer, wovon unsere klimatischen Verhältnisse abhängen. Durch sie wurde die größte Menge der Ackererde geschaffen, in und auf welcher sich unsere Pflanzen ernähren, unsere Thiere bewegen. Zur aufrechten Stellung des Halms, zur Ausbildung der Körner haben Weizen, Korn, Gerste, Reis, Hafer die Kieselerde nöthig und gerade hierdurch knüpft sich die Existenz des Menschen an das Vorhandensein der Kieselerde. Alle Gräser, von denen unsere Hausthiere leben, saugen vermittelst ihrer Wurzeln Kieselerde auf, wir finden sie in unserem Blute wieder. Kurzum überall treffen wir auf sie und der vor unsern Füßen herumpollernde Kieselstein sollte uns ihre Wichtigkeit stets in unser Gedächtniß zurückrufen. Mit jedem Tropfen Wasser, mit unserm täglichen Brode nehmen wir stets Kieselerde auf; in Bohnen, Linsen, in den Gemüsen und ebenfalls im Wasser nehmen wir Kalkerde ein und leben daher auch von Steinen.

Kalk.

Alle Gesteine, welche als charakterisirenden Gemengtheil kohlensaure Kalkerde enthalten, nennt man Kalke; sie brausen mit Säure übergossen heftig auf, leuchten, wenn man sie stark glüht und gehen dabei in einen ätzenden Zustand über. Sie sind mehr oder weniger rein, haben eine größere oder geringere Dichtigkeit und verschiedene Strukturverhältnisse.

Man unterscheidet daher reinen Kalkstein, der unbedeutende Beimengungen von Thon, Eisenoxyd und Eisenoxydhydrat enthält; thonigen Kalkstein; Mergelkalkstein, mit einer bis zu 20 Procent ansteigenden Beimischung von Thon, welch letzterer sich durch den Geruch zu erkennen giebt und beim Auflösen des Gesteins in Säuren ungelöst zurückbleibt; bituminösen Kalkstein, welcher durch Bitumen braun und schwarz gefärbt, beim Zerschlagen und Zerreiben, beim Erwärmen oder Auflösen einen äußerst unangenehmen Geruch verbreitet, weshalb man ihn auch Stinkstein nennt. Einige der letzteren besitzen einen so bedeutenden Gehalt von Bitumen, daß sie beim Aufstreuen auf glühende Kohlen mit heller Flamme brennen. Der kieslige Kalkstein enthält viel Kieselerde, die zuzuweilen chemisch mit dem Kalke verbunden, zuweilen sogar als Feuerstein ausgeschieden ist. Kalktuff ist eine erdige, schwammig poröse, vielfach durchlöcherte Masse, die in den mannigfachsten Formen und Gestalten auftritt und in der eine Menge organischer Nachbildungen getroffen werden.

Die dichten reinen Abänderungen der kohlensauren Kalke widerstehen der Verwittrung lange, doch werden sie durch Einwirkung des Frostes nach und nach zerklüftet. Bei einem Gehalt von

Eisen überzieht sich die Oberfläche mit einer Haut von Eisenoxydhydrat. Die bituminösen Theile werden durch den Einfluß von Licht, Luft und Wasser zerstört und dadurch die Außenflächen gebleicht. Die thonigen Abänderungen, welche Wasser einsaugen, zerfallen an der Luft bald und bilden einen vorzüglichen Boden; die kiesligen dagegen widerstehen der Verwittrung lange und liefern eine schlechte Ackererde. Die Kohlensäure wirkt am zerstörendsten auf den kohlensauren Kalk ein.

Beim Rothglühen entläßt der Kalk seine Kohlensäure und es bleibt Kalk, den man Aetzkalk nennt, zurück; wird letzterer mit Wasser besprengt oder in Wasser getaucht und schnell wieder herausgezogen, so dringt dies anfangs in die poröse Masse ein und dann erfolgt die chemische Vereinigung des Wassers mit dem Kalke, er zerfällt zu Pulver und verwandelt sich in Kalkhydrat. Diese Umwandlung des Kalkes nennt man das Löschen desselben. Wenn Kalkstein, welcher Thon enthält, beim Brennen einer zu hohen Temperatur ausgesetzt war, so findet in Folge der Bildung von kieselsaurer Kalkerde ein Zusammensintern statt und der Kalk löscht sich nicht mehr mit Wasser; man sagt alsdann, er sei todt gebrannt. Reine Kalkerde ist unschmelzbar. Beim Löschen des Kalks wird so viel Wärme frei, daß Schießpulver dadurch entzündet und Holz verkohlt werden kann; man hat daher vorsichtig mit gebranntem Kalke umzugehen, indem durch Vernachlässigung und sorglose Ueberwachung, bei Zutritt von Feuchtigkeit oder Regen, gar leicht Brände entstehen können. In der Rothglühhitze entläßt das Hydrat sein Wasser und es bleibt reine Kalkerde zurück.

Der Kalk ist im Wasser nur wenig löslich; man erhält die Auflösung, die Kalkwasser genannt wird, durch Filtriren der Kalkmilch, welch letztere beim Löschen des Kalkes entsteht. Das Kalkwasser hat einen schrumpfenden alkalischen Geschmack, reagirt stark alkalisch und wirkt ätzend; es fällt Kohlensäure, Kieselsäure, Borsäure und Phosphorsäure aus den Auflösungen von Alkalisalzen und es gehen daraus unlösliche Kalksalze hervor. Bleioxyd löst es auf. Die Kohlensäure absorbirt es mit so großer Begierde, daß es sich der Luft ausgesetzt sofort mit einem Häutchen von kohlensaurem Kalke überzieht.

Der Kalk findet in der Technik eine sehr ausgedehnte Verwendung; er dient zur Darstellung von Kali und Natronlaugen bei der Seifenfabrikation; man bereitet Chlorkalk aus ihm; man entzieht vermittelst desselben dem kohlensauren Ammoniak die Kohlensäure; man läutert mit ihm den Runkelrübensaft, verwendet ihn beim Raffiniren des Zuckers, beim Bleichen, Färben und Gerben. Beim Bauen aber findet er die wichtigste Verwendung als Mörtel.

Wenn man dem Aetzkalke den Sauerstoff entzieht, so erhält man ein silberweißes Metall, Kalcium genannt, das an der Luft schnell wieder Sauerstoff aufnimmt und wieder in Aetzkalk übergeht.

Der kohlensaure Kalk besteht aus 56,29 Kalk und 43,71 Kohlensäure; er findet sich in der Natur ungemein häufig und steht neben der Kieselerde als die gemeinste und verbreitetste Erdart unserer Erdoberfläche da. Rein kommt er im isländischen Doppelspathe und im weißen Marmor vor. Auf Gängen und Lagern erscheint er in den schönsten Krystallen und Krystalldrusen in den mannigfachsten Farbenabänderungen. Als Gebirgsformation ist er weitverbreitet und ungemein mächtig. Seltner in den ältern, viel häufiger in den jüngern Perioden, hält er mit der Thierwelt gleichen Schritt; je mehr sich diese vergrößerte und veredelte, in um so größrer Quantität trat auch der kohlensaure Kalk auf der Erde auf. In der Grauwacke erscheinen die ersten mächtigen und weit verbreiteten Ablagerungen desselben. In der Bergkalk- der Zechstein- der Muschelkalk- der Lias- der Kreide-Periode treten uns die ausgebreitetsten Massen in einer Mächtigkeit von Tausenden von Füßen entgegen. Betrachten wir nur was die Juraformation allein in der Schweiz und Deutschland für Flächen bedeckt, zu welchen Höhen sie ansteigt und in welcher Stärke sie abgelagert ist! Am äußersten Ende des Genfersees hebt sie an, durchzieht die Schweiz, erreicht im Schweizerjura fast die Schneelinie, setzt über den Rhein hinüber, begleitet die Donau und Pegnitz und endet erst an den Quellen des Mains.

In großen unterirdischen Höhlenräumen stellt sich uns der Kalk in den eigenthümlichsten Formen dar. Wasser mit kohlensaurem Kalke geschwängert durchdringen die Decken; beim Herabfallen von denselben tritt die Kohlensäure aus und es bilden sich nun die

eigenthümlichsten groteskesten Tropfstein-Bauten. Große Schaalen, tiefe Becher, Säulen mit geaderten, gewundenen, gehöckerten Schnörkeln sind in den sonderbarsten Gruppirungen in denselben vertheilt. Zu mächtigen Gebirgsstöcken und Lagern wachsen die Travertin- und Tufflager als Gebilde der Jüngstzeit in Italien an. In gewichtigen, eigenthümlich geformten Gestalten, in Gipfeln und in Auswüchsen ragen die in hunderten von Meilen fortlaufenden Mauern der Alpen zu den Wolken empor. Je höher dieselben sind und in je jüngeren Zeiträumen die Centralketten aus dem Innern der Erde emporgehoben wurden, desto größere Kalkmassen wurden zu beiden Seiten abgelagert.

In den höhern Regionen, wo die Luft feuchter und wegen geringerer Vegetation eine vermehrte Quantität von Kohlensäure vorhanden ist, erfolgt die Auflösung dieser kohlensauren Kalkmassen im vermehrten Maße. Täglich werden durch die den Gebirgen entströmenden Wasser große Quantitäten in die Ebenen herabgetragen, wo sie nach Verlust der Kohlensäure die Ackerkrume vermehren, oder sie schwimmen mit denselben fort, geben den Fischen ihren Schuppenpanzer, ihre Flossen und ihren Knochenbau, schützen die weiche Muschel durch eine harte und dennoch leichte Schaale, treten in das Meer ein und bauen auch dort theils innere Gerüste, theils schützende Schaalen für die Bewohner desselben. Durch die verdunstende Macht der Sonne wird daher das Wasser im reinen Zustande aus dem Meere aufgesogen, Winde tragen es über die Festländer, Kohlensäure verbündet sich mit demselben, um die festen Granite, die festen kohlensauren Kalke zu benagen, ihre harten Körper in flüssige Lösungen zu versetzen und sie den Thieren und Pflanzen zur Nahrung, zur Ausbildung von schützenden Hüllen zu übergeben. Im reinen Wasser sind unsere starren Gesteine nicht löslich, allein so bald sich etwas Kohlensäure in sie verkrochen hat, dann ist ihm nichts zu fest, dann ist ihm nichts zu hart, es läßt nicht locker, bis es die Zacken abgestumpft, die glattsten Flächen rauh gemacht hat. Wir können uns davon, wie die Kohlensäure ihr Zerstörungswerk beginnt und fortsetzt, durch einen kleinen Versuch ein recht deutliches Bild gestalten. Wenn wir in ein mit Kalkwasser gefülltes Glas mittelst einer Glasröhre die aus unserer

Lunge austretende kohlensäurehaltige Luft einblasen, so wird sich die wasserhelle Flüssigkeit trüben und eine milchweiße Farbe annehmen; setzen wir nun dieses Einblasen fort, so wird nach Verlauf nicht langer Zeit diese trübe Flüssigkeit vermöge der im Ueberschusse zugeführten Kohlensäure wieder helle werden, oder mit anderen Worten der entstandene kohlensaure Kalk wird sich an der vermehrten Kohlensäure aufgelöst haben. Nehmen wir nun das Gläschen und erwärmen es, so tritt die überschüssige Kohlensäure wieder aus und der von Neuem entstandene einfach kohlensaure Kalk fällt nun auf den Boden des Glases.

Unsere geschichteten Kalkmassen haben sich größtentheils auf diese Weise im Verlauf vieler Millionen von Jahren gebildet und wie wir weiter oben bei der Abhandlung über die Ackererde bereits kennen lernten, wurde auf diese Weise auch ein großer Theil derselben hervorgerufen.

Ungemein wichtig ist der Einfluß, welchen der kohlensaure Kalk auf das Leben der Pflanzen und Thiere übt. Betrachten wir die geschichteten Kalkniederlagen genauer, so finden wir in ihnen die Grabstätten ungemein verbreiteter Thiergenerationen. Nicht allein nach jeder großen Erdrevolution, auch in den ruhigeren Zeitverläufen sanken die abgestorbenen Individuen auf den Meeresgrund nieder, wo sie von mit kohlensaurem Kalk geschwängertem Wasser umgeben waren. In dem Verhältnisse, in welchem sich die organische Materie verflüchtigte oder andere Verbindungen einging, setzte sich der kohlensaure Kalk an ihre Stelle, wodurch ihre Gestalt so deutlich erhalten wurde, daß wir die Thiere jetzt noch so genau zu bestimmen im Stande sind, als die heute noch lebenden.

Bei weitem wichtiger ist jedoch die Beziehung des kohlensauren Kalks zur jetzigen noch lebenden Schöpfung. Eine Kleinigkeit flüssiger Kalkerde mit etwas Gallerte vermischt giebt den Lebenskeim zu den schön gestalteten eigenthümlich zusammengehäuften Korallen ab. Kalk ist es, welcher das Schaalthier in die stürmisch bewegte See sicher hinausträgt. Von Kalk ist das Haus construirt, welches die Schnecke auf ihrem Rücken trägt und in welches sie sich bei Stürmen und Gefahren zurückzieht. Kalk ist es, welchem der Fisch

sein Grätengerüste, seine Vertheidigungswerkzeuge, seine Schuppenbekleidung, seine Segelstangen verdankt. Kalk ist es, welcher die weichen fleischigen Massen der Schildkröten, der Krokodile vor Zerstörung schützt. Im Kalke birgt der Vogel nicht allein sein Junges, durch ihn wird es ihm auch möglich die Lüfte zu durchsegeln und sich auf dem Erdboden zu bewegen, denn sein Ei, das innere Gerüste seiner Flügel, seiner Füße und die übrigen Knochen sind aus Kalk erbaut; damit sie aber wie das Knochengerüste der Säugethiere und des Menschen mehr Festigkeit erlangen, wurde bei den höhern Thierklassen der Kalk größtentheils an Phosphorsäure gebunden. Für die ungeheure Zahl der Thierindividuen liefert daher der im Wasser gelöste doppelkohlensaure Kalk das Material, welches nach deren Absterben der Erde wieder anheimfällt. Wie in der Jetztzeit durch die Polypen, welche mit ihren langen Fangarmen einen weiten Umkreis beherrschen, um dem Meerwasser ja kein Finzelchen Kalk, welches in Kohlensäure gelöst ist, zu belassen, um dadurch Riffe, Inseln, ja große Länderflächen aufzubauen, so haben in den früheren Schöpfungsepochen in den jedesmaligen Oceanen durch die vereinte Thätigkeit vieler Milliarden sichtbarer und unsichtbarer Muscheln sich die überaus mächtigen Kreidefelsen construirt, die mit ihren weißen, zerrissenen und gerundeten schroff aufsteigenden Wänden nicht allein große Küstengebiete beherrschen, sondern in sanfter Verflächung auch große Landstriche bilden.

Wenn wir nun auch durch das Wasser, welches wir täglich genießen, einen großen Theil der Kalkerde, die wir zum Aufbaue unsers Knochengerüstes gebrauchen, zugeführt bekommen, so reicht dies doch lange noch nicht aus, sondern die Pflanzen sind es, welche uns mit derselben zugleich auch die beim Aufbaue unbedingt nöthige Phosphorsäure in größeren Mengeverhältnissen zuführen; denn die Kalkerde ist nicht allein in den Knochen, sie ist auch im Fleische und Blute zu Hause und hat hier geheimnißvolle Funktionen zu besorgen. Wenn auch die meisten Pflanzen kohlensauren Kalk in sich aufnehmen, so ist dies in Bezug auf die Quantität doch sehr verschieden. Die Erbsen, die Bohnen, der Klee enthalten weit mehr als die Cerealien; ebenso sind die Weinreben, die Mandeln, die Kakaobohnen, der Hopfen, der Taback, der Flachs, die Oelsaamen

reichlicher damit versorgt. Nicht unbedeutend ist der Gehalt der Bäume an kohlensaurer Kalkerde und enthält die Rinde bei weitem mehr, als das Holz; bei ihnen hat sogar die Jahreszeit einen mächtigen Einfluß auf diesen Gehalt und im Herbste findet man denselben doppelt so hoch wie im Frühjahre. Die Nadelhölzer enthalten aber auch mehr Kalk, als die Laubhölzer und nur das Kiefernholz macht eine Ausnahme davon, auch nimmt der Gehalt von der Wurzel nach dem Gipfel hin ab, so daß die Blätter am wenigsten davon enthalten.

Aus dem allem können wir auf das Deutlichste entnehmen, was der kohlensaure Kalk für ein äußerst wichtiger Bestandtheil unserer Ackererde ist, denn er giebt der Pflanze zugleich mit den übrigen Erden nicht allein das Material zur Befestigung der Wurzeln, er liefert ihnen auch die durchaus nothwendige Nahrung. Ackererden, die daher nur geringe Antheile dieser Erdart enthalten z. B. verschiedene Sande, müssen dieselbe zugeführt bekommen. Man bezweckt dieses am besten durch Mergel, wobei man dem Boden zugleich auch noch Thonerde übergiebt. Der Mergel ist daher, abgesehen von seinen übrigen schätzbaren Eigenschaften als Sauger, wie wir weiter unten sehen werden, zugleich auch als Dünger zu betrachten und wird als solcher noch lange nicht genug verwendet, wenigstens sollte dies im Großen bei der Waldbewirthschaftung nach einem großen Maßstabe geschehen.

Ganze Flächen unfruchtbaren Sandes, auf denen sich kaum einzelne struppige Kiefern zu ernähren vermögen, stellen sich gleichsam als der Ruin einer Gegend dar; wie üppig würde sich auf ihnen die Vegetation gestalten, wie sich der Zuwachs steigern, wenn man diese Flächen mergelte, um dem Boden hierdurch die nöthige Kalkerde zu verschaffen, welche durch die fortgesetzte Bebauung verloren ging. Wir sahen so eben: daß die Nadelhölzer mehr Kalk als die Laubhölzer enthalten: daß hiervon die Kiefer aber eine Ausnahme mache; wir finden dies in der Natur genau bestätigt. Wenn kein anderer Baum auf einer ausgesogenen Sandfläche fortkommt, dann erscheint die Kiefer. Auf dem dürrsten kieselreichsten Boden erhält sie sich, so lange derselbe noch etwas Kalk in seiner

Mischung hat; fehlt aber auch dieser, dann vermag sie ihren Stamm nicht mehr emporsteigen zu lassen: verkrüppelt bleibt sie am Boden liegen, eine Menge ganz schwacher Triebe schickt sie, gleichsam als Fangarme, nach allen Seiten, um so gleichsam in der Luft die ihr fehlende Nahrung zu suchen, sie hat Heißhunger nach Kalk. Liegen solch ausgemergelte Sande an Abhängen, wo die Gewalt des Regens, der Wasser, des Frostes Bänke ablöst, die zerfallend von Neuem lose Sande bilden, so gewahrt man auf diesem frischen Boden ungemein schnell das Herauskommen von Eichen und Fichten, die Kiefer selbst aber treibt in einem Jahre Schüsse von einer Kraft und Fülle, die sie auf dem daneben liegenden ausgemergelten Boden in 20 Jahren nicht erlangt haben würde.

Die Aschenmengen, welche der Wald dem Boden entnimmt, sind im Vergleiche zu denen, welche die Culturgewächse für sich in Anspruch nehmen, nur gering und zeigen im Allgemeinen: daß es nicht nöthig sei, bei der Waldwirthschaft einen Wechsel der Holzarten eintreten zu lassen; dieser macht sich vielmehr von selbst und so sehen wir denn immer die Kiefer mit ihrem geringen Kalkgehalte als die Nachtreterin der edlern Holzarten, sie erscheint erst dann, wenn die übrigen nicht mehr gedeihen.

Mit wenig Kosten wären große Sandflächen mit Mergeln, die reich an Kalkerde sind, zu überführen; was würden dadurch für günstige Resultate erzielt, wie würde der Zuwachs gesteigert werden! Die Herren Forstmänner mögen dies sehr beherzigen; denn einem armen Sandboden entzieht die Waldwirthschaft in einer 1000jährigen Zeitperiode gegen 300 Cntr. Kalk pro Acker.

Aber auch auf unsern Feldern erlangen wir durch Uebersteuungen mit gebranntem Kalke ganz vorzügliche Erndteergebnisse, selbst dann, wenn eine Ackererde an sich hinlängliche Quantitäten von kohlensaurem Kalke enthält. Hier wirkt er dann aber nicht unmittelbar als Nahrungsmittel, sondern als Aufschließer eines oder mehrerer derselben. Namentlich wirkt er in diesem Zustande als Hervorrufer von Kali, Natron und löslicher Kieselerde. Der Aetzkalk geht nämlich bei Anwesenheit von Wasser mit den Silicaten neue Verbindungen ein und bildet Kalksilicate, während die

Alkalien frei werden und dann ausgezeichnet auf den Pflanzenwachsthum wirken*).

Nachdem wir nun den kohlensauren Kalk und dessen günstige Einwirkung auf die Vegetabilien kennen gelernt haben, müssen wir noch einen Augenblick bei einer andern Verbindung dieser Base stehen bleiben: es ist die mit Schwefelsäure zu Gyps. Auf eigentlichem Gypsboden, oder wo dieses Gestein in der Mengung vorherrscht, finden wir in der Regel nur eine kümmerliche Vegetation; dagegen thut der Gyps als Düngemittel oft wahre Wunder. Allein er erweist sich bei der Landwirthschaft nur insofern von Nutzen, als er bei der freiwilligen Zersetzung des vegetabilischen Düngers mit ammoniakalischen Stoffen vermengt eine doppelte Zersetzung herbeiführt, wie von Fellenberg sehr einsichtsvoll entwickelt wurde. Nach dieser Zersetzung athmen die Sauger das gebildete schwefelsaure Ammoniak auf und geben es je nach Bedarf an die Pflanzen ab; der Gyps aber wird zu kohlensaurem Kalke und dieser kann beim Fehlen in dem Boden dann als eigentliches Düngemittel angesehen werden. Wo der kohlensaure Kalk nicht nothwendig ist, thut jedes Salz, dessen Säure mit dem Ammoniak eine bei gewöhnlicher Temperatur nicht flüchtige Verbindung eingeht, dieselben Dienste. Der Gyps wirkt also in der Weise vorsorgend, daß sich das im Miste als so wichtiger Düngstoff enthaltene Ammoniak nicht verflüchtige.

---

*) Der kohlensaure Kalk verbindet sich auch mit dem äußerst wichtigen Pflanzennahrungsmittel, dem Humus, und macht ihn dadurch in Wasser löslich und den Pflanzen zugänglich.

Thonerde.

Die Thonerde findet sich in der Natur mehr oder weniger rein und in Verbindung mit Kieselerde im Thone und in vielen Mineralien z. B. im Feldspathe, wo sie im Granit im Porphyre u. s. w. in großer Menge anzutreffen ist. Mit Phosphorsäure verbunden findet sie sich im Wavellit. Sie besteht aus einem Metalle, Aluminium genannt, und aus Sauerstoff. In neuerer Zeit hat man die Darstellung dieses Metalls in größeren Mengen versucht; es ist dem Silber sehr gleich und würde bei seinen ausgezeichneten Eigenschaften vielleicht das Platin übertreffen, wenn erst Wege aufgefunden sind dasselbe billig in großen Quantitäten herzustellen; bei der großartigen Verbreitung der Thonerde würde dadurch ein nicht zu berechnender Umschwung in der Industrie eintreten. Die Thonerde ist das einzige Oxyd des Aluminiums und man nimmt, da sie dieselbe Krystallform wie das Eisenoxyd hat, an: daß sie genau so wie jenes zusammengesetzt sei: daß sie also 2 Atome Metall und 3 Atome Sauerstoff enthalte. Rein und nur mit einer Spur von Farbstoff vereinigt findet sich die Thonerde im Sapphir und Rubin, die dem Diamante bezüglich der Härte nur wenig nachstehen. Ein Hydrat der Thonerde erhält man aus Alaun.

Die Thonerde ist ein weißes, geschmackloses Pulver. In der äußerst heftigen Hitze des Knallgasgebläses schmilzt sie zu einem farbelosen Glase. Ist sie geglüht, dann löst sie sich in Säuren nur sehr schwer. Sie zieht das Wasser mit großer Begierde an und nimmt in feuchter Luft 15 % Wasser aus der Atmosphäre auf. Das Thonerdehydrat ist im feuchten Zustande gallertartig und durch-

scheinend wie Stärkekleister; beim Trocknen zeigt es sich wie eine gummiartige Masse. Im Wasser ist es vollkommen unlöslich, aber in Säuren und den feuerbeständigen Alkalien ist es leicht löslich. Für organische Stoffe hat das Thonerdehydrat eine starke Anziehungskraft, es zieht dieselben aus Wasser an und bemächtigt sich der in demselben gelösten Farbestoffe. Diese Eigenschaft macht die Thonerde in der Fabrikation von Lackfarben und in den Färbereien zum Färben von Zeugen äußerst wichtig. Mit Kieselerde bildet sie eine für die Landwirthschaft und die Gewerbe ungemein wichtige Verbindung, den Thon. Als reine Abänderungen unterscheiden wir den Porzellan- und Pfeifenthon; ist Sand und Eisenoxyd beigemischt, so entsteht Lehm; bei einem Zusatze von Kalk aber Mergel. Mischt man Sand mit Thon und brennt das Gemenge, so erhält man im reineren Zustande Steingut, sonst Töpferwaaren und Ziegeln. Mengt man dem weißen Thon etwas Kalk bei, so bekommt man Porzellan. Der Thonschiefer, die Walkerde, der Smirgel enthalten viel Thonerde und ebenso der Alaun, weshalb man die Thonerde auch Alaunerde nennt.

Die Thonerde bildet einen außerordentlich werthvollen Gemengtheil der Ackererde und obschon dieselbe keinen directen Einfluß auf die Pflanzenernährung übt, also kein eigentliches Nahrungsmittel für dieselben abgiebt, indem sie nicht wie die Kiesel- und Kalkerde in den Aschen der Pflanzen enthalten ist, dies übrigens auch nicht möglich wäre, indem sie weder im reinen, noch im kohlensäurehaltigen Wasser löslich ist, so würden dennoch schlechte Erndten erzielt werden, fehlte sie dem Boden. Sie stellt sich als einer der kräftigsten Sauger dar, und genau so wie sie sich der Farbestoffe in der Färberei bemächtigt und sie aus Flüssigkeiten an sich saugt, so verfährt sie mit den flüssigen Nahrungsbestandtheilen der Pflanzen; sie speichert daher Sauerstoff, Kohlensäure, Ammoniak, die ihr durch die Luft, die ihr durch den Regen und sonstige Wasser, die ihr durch den Mist zugeführt werden, in sich auf und tritt sie zu der Zeit, wo es die Pflanzen nöthig haben, an diese ab; sie verbündet sich zu diesem Zwecke mit dem Humus, dem Eisenoxyde und der Kohle, welche dieselben Eigenschaften besitzen. Bei dieser unausgesetzten Aufnahme und den dabei statt-

findenden chemischen Umänderungen fester Körper in gasförmige wird eine bedeutende Menge von Wärme frei, woher im gut bedüngten und aufgelockerten Boden im Sommer, bei einer äußern Lufttemperatur von 25 Grad, das Thermometer 24 Grad Wärme mehr nachweist; da aber die Vegetation eine bedeutende Wärme nöthig und da ein Boden um so mehr Sauerstoff, Kohlensäure und Ammoniak aus der Luft und aus dem Regen aufsaugen wird, je lockerer er ist, so versäume man es ja nicht durch gute Ackergeräthschaften die Auflockerung so weit zu treiben, als es nur immer in der Möglichkeit liegt und dies so oft zu wiederholen, als der Boden wieder fest geworden ist oder es die Pflanzen bezüglich ihres Heranwachsens vertragen. Die Landwirthe kennen die Eigenschaften ihrer Bodengattungen recht gut, sie nennen den Kiesel- sie nennen den Kalkboden, welcher wenig Thonerde enthält, einen kalten. In Folge dieser Eigenschaft ist er unfruchtbar, die Düngstoffe werden bei geringer Bodenwärme nicht nur nicht zersetzt, sondern da ihnen die Sauger fehlen, kann er auch keine Nahrungstheile aus der Luft aufnehmen; da ihm überdies, im Bezuge hierauf, bei heißer Witterung auch die Feuchtigkeit fehlt, indem die Thonerde auch ein vorzüglicher Wassersauger ist, so werden in der trocknen Jahreszeit die spärlich erwachsenen Früchte auch noch verdorren.

Der Mergel, welcher Kalk- und Thonerde zugleich in seiner Mengung enthält, thut daher auf solche Bodenarten gebracht Wunder, indem er die chemische Thätigkeit des Bodens erweckt und befördert, indem er Sauger zuführt, ohne welche die Landwirthschaft nicht bestehen könnte. Schon Gasparin hebt die Fähigkeit des Thonbodens hervor, ammoniakalische Gase aufzusaugen und daraus erklärt sich die Beobachtung der Landwirthe beim Wiederanbau eisenoxydhaltiger, längere Zeit unbenutzt gelegener und dann wieder angebauter thoniger Boden, welche während ihres Ruhens eine Menge von Sauerstoff, Kohlensäure und Ammoniak aufgesogen und in sich festgehalten haben; gerade diese sind es, die dann außerdem durch die Zersetzung von Silicaten während der Ruhezeit auch noch Kali und Natron, so wie lösliche Kieselerde im Ueberflusse aufspeicherten und auch durch diese so günstig auf die Erndteergebnisse wirken.

Jacquelin hat durch Versuche nachgewiesen: daß die kohlensauren Salze der Erden- und Metalloxyde, selbst bei nur 20° R. und bei gewöhnlichem Luftdrucke, unter dem Einflusse eines Stromes von Wasserdampf oder auch nur von feuchter Luft Kohlensäure ausgeben. Er schreibt diesem Umstande die wohlthätigen Einflüsse des Mergelns bei der Einwirkung starker Sonnenwärme und der Anwesenheit von Luft zu. Der Mergel wird sich dabei erwärmen, erst Wasser, dann aber Kohlensäure ausgeben, wodurch also eine reichliche Quelle von Kohlensäure, deren Kohlenstoff die Pflanzen in ihr Gewebe aufnehmen, entsteht. Er folgert: daß die beständige Abgabe im Sommer diese kohlensauren Verbindungen — die Kalke und Mergel — etwas basisch mache; im Winter aber, wo die Temperatur niedrig steht, würden sie ihren vollen Kohlensäure-Gehalt wieder aufnehmen. Auf diese Weise sollen sie die Vorrathskammern von Kohlensäure für den Sommer bilden.

Unbedingt ist jedoch die Eigenschaft der Thonerde, gasförmige und wäßrige Flüssigkeiten in so bedeutender Menge aufzusaugen, von größerer Wichtigkeit für den Pflanzenernährungs-Prozeß und deshalb das Mergeln kalter unfruchtbarer Felder von außerordentlicher Tragweite für die Landwirthschaft.

Auch im gebrannten Thone stellt sich uns ein ausgezeichnetes Düngmittel dar; um seine Wirkung in dieser Beziehung hervorzuheben, müssen wir auf seine Zusammensetzung zurückgehen. Wie bekannt gehen unsere Thone aus der Zersetzung feldspathhaltiger Gesteine hervor; sie sind also mit unzersetzten Feldspath- Glimmer- Granit- Porphyrstückchen u. s. w. gemengt und enthalten außerdem noch Kalk- und Bittererde, so wie Eisenoxyd. Die Kalkerde ist oft in so reichlicher Menge in ihm enthalten, daß er sich zum Ziegelbrennen und zur Darstellung von Töpferwaaren nicht benutzen läßt. Da nun fast alle Bodenarten Kalk, Bittererde, Eisenoxyd, Kieselerde enthalten, so darf die günstige Wirkung des gebrannten Thons nicht in ihnen gesucht werden, es ist vielmehr das Kali, das Natron und die lösliche Kieselerde des noch unzersetzt in ihm befindlichen Feldspathes, welche die Befruchtung bewirken. Wir sahen weiter oben: daß die Alkalien und die Kieselerde durch

kohlensäurehaltiges Wasser bedingt werde und sind es daher auch lediglich und allein die Silicate, welche die unerschöpfliche Quelle des Kalis bilden. Wenn dem Boden durch langjährige Bebauung diese Quelle verstopft wird, so ergiebt sich als Resultat — ein unfruchtbarer Acker; durch das Brachen gab man dem Felde in früherer Zeit Veranlassung sich dieses Nahrungsmittel wieder zu verschaffen; das was man vermittelst desselben aber erst im Verlaufe eines ganzen Jahres erlangt, erzielt man durch das Brennen des Thones in einem Tage und wird dadurch nicht allein die Auflöslichkeit der Alkalien befördert, sondern auch die Saugfähigkeit vermehrt.

Wenn der Kalk im Thone durch doppelte Zersetzung und Bildung von Kalksilicat und kohlensaurem Kalk die unlöslichen Silicate von Kali und Natron löslich macht, so muß ein Zusatz von Kalk zu einem an diesem Stoffe armen Thon die Menge des löslichen Kalis und Natrons erhöhen. Es ist daher eine Mengung von Thon und Kalk vor dem Brennen sehr anzurathen, denn Professor Fuchs fand: daß wenn mäßig gebrannter und gepulverter Feldspath mit gebranntem Kalke und Wasser einige Zeit gekocht oder nur digerirt werde, hierbei ungemein reichliche Mengen von Kali ihre Freiheit erlangen, so daß man diesen Prozeß zur Vorstellung von Kali im Großen wählen könne. Er zeigte dabei: daß sich ein unlösliches Kalisilicat und lösliches kohlensaures Kali bilde.

Bittererde.

Die Bittererde, ein sehr lockres zartes weißes Pulver, ist vor dem Knallgasgebläse etwas schmelzbar. Wenn man Chlormagnesium mit Natrium in einer Röhre von hartem Glase schmilzt, so verbindet sich das Natronmetall unter heftigem Erglühen mit dem Chlor und beim Behandeln mit Wasser bleibt das Magnesium in kleinen Kügelchen zurück, welche unter einer Decke von Chlornatrium zu größeren Kugeln unter Anwendung gelinder Rothglühhitze zusammengeschmolzen werden können.

Das Magnesium ist von silberweißer Farbe, läßt sich hämmern und schmilzt in der Rothglühhitze. In feuchter Luft oxydirt es an der Oberfläche, in trockner nicht. In stärkerer Rothglühhitze verbrennt es unter Ausgabe eines großen Glanzes zu Bittererde.

Mit Wasser verbindet sich die Bittererde zu einem Hydrate, jedoch lange nicht so begierig, als die Kalkerde. Das natürliche Hydrat, mehr noch als das künstliche, zeichnet sich durch einen Perlmutterglanz aus und ist fettig anzufühlen, wie der Asbest, Speckstein, Talk so deutlich nachweist. Im kalten Wasser löst sich die Bittererde besser, als im heißen; 5142 Theile Wasser von 15° nehmen 1 Theil auf, während 36000 Theile heißes Wasser erst dieselbe Wirkung thun. Meistens haben die Bittererdensalze einen bittern Geschmack und bekamen dadurch ihre Benennung. Wie wir gleich sehen werden sind Verbindungen von kohlensaurer Bittererde und kohlensauren Kalken in der Natur als Bitterspath oder Dolomite sehr verbreitet. Die krystallisirte Verbindung, welche gleiche Aequivalente beider Salze enthält, hat die Krystallformen des Kalkspathes und wird Bitterspath genannt. Die Dolomite lösen

sich ebenfalls in Kohlensäure enthaltendem Wasser auf, jedoch nicht so leicht als die kohlensauren Kalke; wenn daher Bitterkalk und kohlensaurer Kalk mit einander gemengt sind, und es wirkt kohlensäurehaltiges Wasser auf das Gemenge, so löst sich das letztere früher auf und es bleibt der Dolomit als eine poröse Masse zurück.

Wenn auch die Talkerde nicht so verbreitet wie die Thonerde ist, so findet sie sich doch in einer Menge von Mineralien und in vielen Gebirgsarten; wer kennt nicht die eigenthümlich gebildeten, in den groteskesten Felsmassen erscheinenden, schroffen, überhängenden, nach allen Richtungen durchlöcherten Dolomit-Massen, die in den Alpen soweit verbreitet, aber auch in den älteren Formationen z. B. im Zechsteine so vielfach zu treffen sind? Wie die Thonerde allein, so bildet die Talkerde in Mischung mit jener einen geschätzten Edelstein, den Spinell, dessen hochrothe Abänderungen unter dem Namen Rubin-Spinell theuer bezahlt werden. Außerdem setzt sie den Pinit, Sapphirin, Chrysolith, Bitterspath, Beilstein, Boracit, Schörl, Dichroit, Broacit, Gabbro mit zusammen. In größeren Massen abgelagert findet sie sich als Talk, Speckstein, Meerschaum, Serpentin. Außerdem im Syenite, Grünsteine, Augitfelse, Augitporphyre, Dolerite, Basalte, Melaphyre, im Grünsteine, im Dolomite, in vielen kohlensauren Kalken und andern Gebirgsarten.

Schon Giobert stellte die Behauptung auf: daß kohlensaure Magnesia auf die Vegetation einen wohlthätigen Einfluß übe und daß sie den kohlensauren Kalk ersetze. Wenn, wie wir weiter oben beim Natron bereits aussprachen, solch gegenseitige Ersetzungen beim Pflanzenernährungsprozesse auch nicht stattfinden, indem sie der Natur und deren so wohl geordneten Einrichtungen vollkommen widersprechen, so sind die Einflüsse der kohlensauren Bittererde auf die Gewächse doch um deshalb nicht zu verkennen, weil sie wie bereits ausgesprochen einen wesentlichen Bestandtheil so vieler und namentlich der Aschen der Nahrungspflanzen bilden. Durch sie gelangen sie in den thierischen Leib und schon die wichtigen Funktionen der Bittererde im Fleische und Blute weisen dahin: daß ihre Anwesenheit in den Pflanzen durchaus nothwendig sei.

Die Versuche des Fürsten von Salm-Horstmar haben dies

nicht allein, sondern auch überdies noch nachgewiesen: daß die Talkerde die Kalkerde beim Vegetationsprozesse nicht zu vertreten vermöge. Eine Haferpflanze, ohne Kalkerde in einer Bodenmischung, die sonst allen Anforderungen des Pflanzenwuchses entsprach, gezogen, starb, ehe sie das zweite Blatt entwickelt hatte, obschon Talkerde genug vorhanden war; dagegen blieb dieselbe ohne letztere so schwach und schmächtig, daß sie ihren Stängel nicht zu erheben vermochte; die Farbe war abnorm und die Blüthenbildung war so verändert, daß die verkrüppelten Blüthen ohne Frucht blieben. Wenn die Bittererde auch nicht in größerer Quantität, so ist sie doch mit der Kalkerde in fast allen Bodenarten enthalten, denn ihre Zuführung in dieselben geschieht auf dieselbe Weise wie von jener und sogar durch den menschlichen und thierischen Dünger wird sie den Feldern und Wiesen wieder zurückgegeben. Nicht zu verkennen ist jedoch: daß der rationelle Oeconom dennoch ein aufmerksames Auge bezüglich des ausreichenden Vorhandenseins dieser Erde in seinem Boden haben müsse, denn da, wie ausgesprochen, sie einen wesentlichen Bestandtheil einer großen Menge von Cerealien abgiebt, da sie in den Oelfrüchten, den Rüben, den Bohnen, dem Maise über 9 %, im Heue aber etwas weniger beträgt, so können wir uns nicht allein erklären, warum Raps und Rüben so vortrefflich auf gutem dolomitischen Boden gedeihen, sondern erhalten zugleich darüber Aufschluß: warum das Düngesalz aus Salinen, welches außer Gyps und andern Salzen viel schwefelsaure Bittererde enthält, so günstig auf lange nicht bedüngte Wiesen einwirkt. Der vorsorgende Landwirth versehe daher seine Felder und Wiesen, namentlich in Gegenden wo Sandboden vorherrscht, auch zeitweise vermittelst des Düngesalzes aus Salinen mit diesem wichtigen Nahrungsmittel. Ein Zuviel kann beim Bestreuen eines Morgens mit 2 Cntr. desselben dem Boden nicht übergeben werden; wenn dagegen ein solcher Mangel daran leidet, so wird er — sind auch alle andern Nahrungsmittel in reichlichster Fülle in ihm enthalten — dennoch schlechte Erndten bekommen. Mit dem Düngesalze aus den Salinen übergiebt man dem Boden zugleich aber noch andere wichtige Düngstoffe z. B. Natron, Schwefelsäure u. s. w.

Eisen.

Einer der wichtigsten Grundstoffe, welcher in allen Gesteinsarten in größeren oder kleineren gesonderten Quantitäten, in Lagern, auf Gängen und in Stöcken, oder als Gemengtheil in verschiedenen Verbindungen mit Sauerstoff, mit Chlor, mit Kohlen- Phosphor- und Kieselsäure vorkommt, ist das Eisen. Da wo das Eisen im gewöhnlichen Leben uns bei jeder Verrichtung durch die Hände läuft, wo wir mit ihm im Dampfwagen die Luft, im Dampfschiffe das Wasser durchfliegen, wo es der Träger sämmtlicher Arbeiten ist, ohne dessen Vorhandensein die menschliche Thätigkeit stille stehen würde, da dringt sich uns dessen Unentbehrlichkeit in jedem Augenblicke auf; da aber, wo es noch so geheimnißvoll und doch so außerordentlich kräftig wirkt, wie im Pflanzen- und Thierreiche, da ist es noch zu wenig beachtet.

Bei der allgemeinen Verwendung, welche das Eisen im gewöhnlichen Leben erlangt hat, ist es gleichsam das Wetterglas der Bodenbebauung und Industrie, also der Wohlfahrt einzelner Staaten. Je großartiger die Quantitäten sind, die ein Staat darstellt und verbraucht, desto rationeller wird dessen Landwirthschaft, desto umfangreicher wird dessen Bergbau, desto vollkommner und großartiger dessen Industrie betrieben werden. Dabei werden sich die Bewohner aber auch ungemein wohl befinden und der Staat selbst eine große Macht entfalten. An kein anderes Metall ist die Gewinnung der nothwendigsten Lebensbedingungen so innig gebunden, sind die Verkehrs-Erleichterungen und Vertheidigungsmittel so fest geknüpft als an das Eisen; was wäre aber auch Ackerbau, Bergbau, Handel, was Industrie und Fabrikwesen ohne dieses

Metall? Die Entwicklung der Kultur und die Ausbildung der civilisirten Völker hängt von dem Eisen ab, ohne dasselbe wäre Volksglück und Wohlstand ein Wahn. Der Verbrauch des Eisens ist daher der Gradmesser der Civilisation; je höher derselbe in einem Staate steht, desto mehr wird sich die geistige Entwicklung auch heben.

Die Weisheit unsers Schöpfers kann daher bezüglich der Verbreitung dieses wichtigen Metalls nicht sehr genug bewundert werden; denn allgemeiner und reichlicher wird kein anderes Erz getroffen und keinem Lande ist es vorenthalten. Wir wissen: daß das Eisenoxyd, Eisenoxydul, Eisenoxydoxydul und Eisenoxydhydrat nicht allein einen in den meisten Mineralien enthaltenen chemischen Bestandtheil abgiebt, sondern daß das Eisen in Verbindung mit Schwefel zu Schwefelkies einen durch alle Gebirgsformationen laufenden Begleiter fast aller Gesteine ausmacht. Als Meteoreisen fällt es in größern oder kleineren Stücken aus der Atmosphäre auf die Erde. Als Chloreisen steigt es in Gesellschaft von Gasen aus den Kratern und Spalten thätiger Feuerspeier und wandelt sich dabei in die schönsten Krystallgruppirungen von Eisenglanz um. Stets führen uns die Quellen kohlensaures Eisenoxydul aus dem Erdinnern zu, was sich an der Oberfläche in Eisenoxydhydrat verwandelt und in sumpfigen Gegenden mit Phosphorsäure Raseneisenstein bildet.

Was aber die eigentlichen Eisenerze betrifft, aus denen das nützlichste aller Metalle dargestellt wird, so gehen dieselben in zwei wesentlich von einander verschiedenen Reihen und zwar als Oxydoxydule und Oxyde und als kohlensaure Eisenoxydule und Eisenoxydhydrate durch die meisten Gebirgsformationen. Erstere, rein oder mit Kiesel und kieselthonigen Substanzen verbunden, erscheinen auf Gängen, Lagern und Stöcken der krystallinisch-körnigen, krystallinisch-schiefrigen- und der Grauwacken-Gesteine, während letztere ihren Hauptanfang in der Grauwackengruppe nehmend, in Lagern, in Gängen und in Stöcken durch die Kohlen- Kalk- und Kohlensandsteine bis in die jüngsten Kalksteine in oft sehr beträchtlicher Verbreitung fortsetzen und selbst sehr vielen Kalksteinen in geringen Quantitäten beigemengt sind. Letztere sind es, die uns

beim Vegetations-Prozesse am meisten interessiren, weil sie, wie die sie begleitenden Kalke, in kohlensäurehaltigen Wassern auflöslich und so den Pflanzen leicht zugänglich sind. Erstere dagegen erweisen sich als Sauger eines der wichtigsten Nahrungsmittel, des Stickstoffs und des Ammoniaks; woher auch die Erscheinung rührt: daß die Arbeiter in allen andern Gruben namentlich in denen wo Steinkohlen- und thonige Massen gegraben oft so ungemein von schlechten Wettern (Luft) belästigt werden, während sie sich in Eisensteinbergwerken ganz wohl befinden, denn in letzteren wird durch die Auffaugung des sich entwickelnden schädlichen Stickgases die Lebensluft stets rein erhalten. Unser allwaltender Schöpfer ist bei Spendung dieses für die menschliche Gesellschaft vollkommen unentbehrlichen Elements in so bedeutenden Quantitäten, die nach allen Richtungen hin verbreitet sind, ungemein vorsorgend zu Werke gegangen. Im Leben des Menschen spielt es die wichtigste Rolle. Zur Herstellung einer vollkommnen Blutmischung ist nämlich das Eindringen des Sauerstoffs in den ganzen Körper unentbehrlich, weil derselbe durch die Verbrennung des Kohlenstoffs nicht allein die nothwendige Wärme herbeiführt, ohne welche weder Ernährung noch Zellenbildung möglich wäre, sondern weil er auch zur Verwandlung der zu Zellen zu verarbeitenden, so wie der neuaufgenommenen Nahrungsstoffe und der abgestorbenen Zellenbestandtheile — zur Aussonderung, Auswurf — die alleinige Veranlassung giebt. Die Aufnahme des Sauerstoffs findet aber in den Lungen statt und wird durch das Eisen des Blutes — durch die Blutkörperchen — vermittelt. Dasselbe saugt nämlich den Sauerstoff gleichsam mit Gewalt an sich und so durchdringt er es auf diese Weise in allen Richtungen. Da nun das Blut selbst gleichsam als die Quelle des Lebens anzusehen ist, indem es fortwährend seinen Kreislauf durch die feinsten Gewebe und Organe macht und denselben das Material zu ihrem Aufbaue liefert, so muß das Eisen folgerichtig als einer der wichtigsten Körperbestandtheile angesehen werden.

Das Eisen wird den Thieren unmittelbar durch die Pflanzen zugeführt, und legen wir uns auch einen höheren Gehalt desselben durch die Fleischspeisen die wir genießen zu, so holt sich das

Schlachtvieh den seinigen doch auch erst aus der Pflanze. Wie wir uns bereits belehrten tritt das Eisen im kohlensäurehaltigen Wasser in die Pflanzen über; damit aber die Pflanze in Bezug auf diesen Nahrungsstoff nicht in Verlegenheit komme, sind noch andere Eisenverbindungen im Boden, die stets in den Zustand übertreten können, der für die Aufnahme in die Vegetabilien erwünscht ist. Die überall verbreiteten Schwefelkiese unterliegen bei Vorhandensein von Wasser und dem Zutritte von Sauerstoff einer beständigen Zerlegung, das gebildete schwefelsaure Eisen wird bei der in allen Ackererden vorhandenen kohlensauren Kalkerde beständig wieder zersetzt und kohlensaures Eisenoxydul und Gyps gebildet. Aus dem überall verbreiteten Schwefelkiese geht daher beständig ein neues Düngemittel zugleich mit einem Reizmittel hervor, er ist es daher, der die vielleicht weit und breit fehlende Schwefelsäure stets in dem Verhältnisse bildet als es die Brodfrüchte verlangen. Wir wissen ja aus den Versuchen des Fürsten Horstmar, wie wichtig letztere als Pflanzennahrungsmittel ist; ohne sie ist eine Halmbildung nicht möglich; die Pflanze stirbt im dritten Blatte, nachdem sie noch einen Versuch erneuter Halmbildung mit gleichem Mißlingen gemacht hat.

Aber auch als phosphorsaures Eisenoxydul tritt es in die Pflanzen, weil dasselbe in kohlensäurehaltigem Wasser löslich ist. Ebenso kann die lösliche Kieselerde auf das Eisenoxydhydrat einwirken und dadurch ein Eintritt in die Pflanzen ermöglicht werden.

Das Eisen trägt viel zu einer lebhaften Grünfärbung, so wie zur Blüthenbildung bei, zugleich erkräftigt es letztere und befördert die Fruchtbildung. Wo kein Eisen dem Boden beigemengt ist, da vermögen sich die Stängel der Cerealien nicht zu erheben, schmachtend gehen die Pflanzen dem Verwelken entgegen. So kräftigend und stärkend wie im Thierreiche so wirkt das Eisen auch im Pflanzenreiche.

Bei der ungemeinen Verbreitung des Eisens darf man wegen des Fehlens desselben als unmittelbares Nahrungsmittel bei den Vegetabilien weniger besorgt sein. Bei der günstigen Eigenschaft als Stickstoff- und Ammoniaksauger jedoch wird jeder Landwirth

wohl thun, wenn er eisenarmen Boden von Zeit zu Zeit mit Eisenoxyd bestreut.

Wohl dürfte nichts von so hohem Interesse sein, als die Beobachtungen und Erfahrungen: wie und warum die Pflanzen dazu bestimmt sind, so unmittelbar für die Thiere zu sorgen und diesen die für das Leben nothwendigen Eßwaaren fertig gebildet zu überliefern. Noch merkwürdiger ist es aber, wie der Mensch darauf kam, sich dieselben aus einer so ungeheuren Zahl in der Art und Weise auszusuchen, daß sie für einander passen und daß sich deren Nahrungsstoffe leicht mit einander vereinigen und auflösen; wie bald hatte er sie um sich vereinigt und brachte ihnen die nöthigen Bedürfnisse.

Erst nach Verlauf Tausender von Jahren kommt die Wissenschaft und erklärt, was dem Menschen und Thiere von den Pflanzennahrungsmitteln nütz und gut sei; ja daß er bereits genieße, was zusammenpasse. Was würde für ein kümmerliches, elendes Geschlecht entstanden, was für Individuen zu Grunde gegangen sein, wären falsche Nahrungsmittel z. B. solche, in denen das Eisen fehlte, gewählt worden; entkräftet würden die Menschen schnell dem Tode zugefallen sein. In diesen Betrachtungen liegt außerordentlich viel Hohes und Erhabenes, denn wir sehen daraus auf das Deutlichste, welcher vorsorgenden Leitung wir jederzeit und in allen Lebensverhältnissen unterstellt sind.

Mangan.

Das Mangan, wenn auch selten in großen Quantitäten vorkommend, gehört dennoch zu den verbreitetsten Metallen. Mit Sauerstoff verbunden findet es sich in geringer Menge in den Aschen der Pflanzen, in den Knochen und im Blute der Thiere und in vielen Mineralien, von denen diejenigen, welche dasselbe in größeren Mengeverhältnissen besitzen, Manganerze genannt werden. Das schwarze Erz des Mangans — der Braunstein — ist schon sehr lange bekannt. Die große Verwandtschaft zum Sauerstoffe und die hohe Temperatur die er zum Schmelzen bedarf verhindert, daß das Metall in größeren Quantitäten dargestellt wird. Zur Bereitung des Chlors bedient man sich des Braunsteins, indem der Sauerstoff desselben mit dem Wasserstoffe der Salzsäure Wasser bildet und chlorfrei wird.

Das Mangan tritt als kohlensaures Manganoxydul, welches in kohlensäurehaltigem Wasser löslich ist, in die Pflanzen über. Auf diese Weise kommt es auch häufig in unsern Brunnen vor.

Da, wie bereits gesagt, in sehr vielen Aschen Mangan getroffen und da es mit den pflanzlichen Nahrungsmitteln in den Thierleib gebracht wird, so ist es als ein wesentliches Nahrungsmittel der Pflanzen zu betrachten. Ueber seine Wirkungen ist man jedoch noch nicht im Klaren.

Ungemein bezeichnend ist es übrigens: daß die kohlensauren Mangan- Eisenoxydul- Bittererde- und Kalksalze im Pflanzennahrungsprozesse eine nicht minder wichtige Rolle, als bei der Ernährung der Thiere spielen; alle untereinander isomorph sind sie sämmtlich in kohlensäurehaltigem Wasser löslich und gehen auf diese Weise in das Pflanzengewebe über.

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.

In demselben Verlag sind erschienen:

127 Lieder

systematisch geordnet, illustrirt von **L. Richter** und **F. Pocci**

geheftet 20 Ngr. — in Cattunband 27½ Ngr.

Die wirthschaftliche

Erziehung und Lebensaufgabe der Hausfrau.

Neue unveränderte Ausgabe beider Bände in 1 Bande,
elegant in Cattun mit Goldtitel. 1⅔ Thlr.

F. von Soltau's

deutsche historische Volkslieder,

2tes Hundert,

aus Soltau's und Leyser's Nachlaß und andern Quellen
herausgegeben mit Anmerkungen von

R. Hildebrand,

Dr. phil., Lehrer an der Thomasschule in Leipzig.

33 Bogen. 8. geh. 2 Thlr. 20 Ngr.

Buch der Sinnsprüche.

Eine Concordanz poetischer Sinnsprüche
des Morgen- und Abendlandes,
gesammelt von **W. K.**
Mit einem Vorwort von **W. Wackernagel.**
22 Bogen. Elegant broch. 1⅓ Thlr., eleg. geb. 1½ Thlr.

Deutsche Volkslieder

gesammelt von **Georg Scherer.**

Mit einem Titelbilde von Prof. **L. Richter,** gestochen von **A. Schleich.**
26 Bog. Miniatur-Velin. 3te wohlfeile Separatausgabe.
Broschirt ⅔ Thlr., eleg. Cattunband 1 Thlr.

Die Gesänge der Völker.

Lyrische Mustersammlung in nationalen Parallelen
von **Wolfgang Menzel.**

46 Bogen Velin eleg. Halbleinwandband 1½ Thlr. Broschirt 1 Thlr.
Ueber den Werth dieser Sammlungen dürften die denselben beigegebenen reichhaltigen Urtheilsammlungen genügende Auskunft geben.

Unter der Presse:

Schleswig-Holsteinische Briefe

von **Moriz Busch.**

Seinem
Freunde **Gustav Freytag** gewidmet.

2 Bände von 15—18 Bogen mittel 8°.

Leipzig. **Gustav Mayer.**

Im Verlage von Gustav Mayer in Leipzig erschien ferner:

Die

physische Geographie des Meeres

von

M. F. Maury,

L. L. D., Marinelieutenant der Vereinigten Staaten.

Deutsch bearbeitet von

Dr. C. Boettger,

Professor am Gymnasium zu Dessau.

Mit 5 Holzschnitten und 6 grösseren lithographirten Tafeln.

gr. 8. brosch. Preis 2 Thlr. 15 Ngr.

Die

Halbinsel der Pyrenäen.

Eine geographisch-statistische Monographie

nach den

neuesten Quellen und nach eigener Anschauung bearbeitet

von

Dr. M. Willkomm.

37 Bog. Velin. Imp. 8. mit Tabellen. Preis 3 Thlr. 22½ Ngr.

Geschichte der Arbeit und Cultur

dargestellt

als Lehrgegenstand für Schulen

und als Lesebuch für Jedermann

von

P. F. Kirchmann,

Verfasser der „Naturforderungen an Erziehung und Unterricht."

15 Bog. 8. geh. 20 Ngr.

Georg Scherer's

deutsche Studentenlieder

mit Bildern von **Ludwig Richter** und **Fr. Pocci**

und Singweisen.

brosch. 20 Ngr., eleg. in Cattunband 27½ Ngr.

Eine sorgfältige, kritische Sammlung von 127 der besten Lieder, die in dieser Ausstattung gewiß viele Freunde finden werden.

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.

New York Botanical Garden Library
QK867 .E55
Engelhardt, Wilhelm/Die Nahrung der Pfla
gen
3 5185 00077 5310